

WILLIAM BYNUM

MICĂ ISTORIE



A



ȘTIINȚEI



WILLIAM BYNUM

MICĂ ISTORIE



ȘTIINȚEI



WILLIAM BYNUM

MICĂ ISTORIE



ȘTIINȚEI



WILLIAM BYNUM

MICĂ ISTORIE



ȘTIINȚEI



William Bynum este profesor emerit de istorie a medicinei la University College din Londra. Este autorul sau editorul a numeroase publicații, cea mai recentă fiind cartea *Great Discoveries in Medicine*. Locuiește în Suffolk, Marea Britanie.

WILLIAM BYNUM

MICĂ ISTORIE A ȘTIINȚEI

Traducere din limba engleză de
DIANA MORĂRAȘU

LITERA
București

A Little History of Science

William Bynum

Copyright © 2012

William Bynum

Ediție publicată pentru prima dată de Yale University Press

carte Pentru Toți este parte

a Grupului Editorial Litera

tel.: 0374 82 66 35; 021 319 63 90; 031 425 16 19

e-mail: contact@litera.ro

www.litera.ro

Mică istorie a științei

William Bynum

Copyright © 2021

Grup Media Litera

pentru versiunea în limba română

Toate drepturile rezervate

Traducere din limba engleză: Diana Morărașu

Editor: Vidrașcu și fiii

Redactor: Georgiana Harghel

Corector: Rodica Crețu

Copertă: Flori Zahiu

Tehnoredactare și prepress: Bogdan Coscaru

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

Bynum, William

Mică Istorie a științei / William Bynum;

trad. din lb. engleză de Diana Morărașu. –

București: Litera, 2021

ISBN 978-606-33-7761-7

ISBN EPUB 978-606-33-8027-3

I. Morărașu, Diana (trad.)

Pentru Alex și Peter

Capitolul 1. La începuturi



Știința este un lucru aparte. Este cea mai bună cale de a afla câte ceva despre lume și despre toate câte sunt în ea, iar asta ne include și pe noi.

De mii de ani oamenii și-au pus întrebări despre ceea ce vedeau în jurul lor. Răspunsurile pe care le-au găsit s-au schimbat mult. La fel și știința însăși. Știința e dinamică; ea se construiește atît pe baza ideilor și a descoperirilor pe care le lăsăm moștenire generațiilor următoare, dar și făcând salturi mari înainte cînd se fac descoperiri complet noi. Ceea ce nu s-a schimbat sunt curiozitatea, imaginația și inteligența celor care practică știința. Se prea poate ca noi, astăzi, să știm mai multe, dar oamenii de acum 3 000 de ani care cercetau în profunzime lumea din jurul lor erau exact la fel de isteți ca și noi.

Cartea aceasta nu este numai despre microscopalele și eprubetele din laboratoare, cu toate că la asta se gîndesc cei mai mulți oameni cînd vine vorba despre știință. Multă vreme în istoria omenirii știința a fost folosită, alături de magie, religie și tehnologie, în încercarea de a înțelege și de a controla lumea. Știința poate fi ceva la fel de simplu ca observarea răsăritului în fiecare dimineață sau la fel de complicat ca identificarea unui nou element chimic. Magia s-ar putea uita la stele ca să prevadă viitorul sau poate am numi-o superstiție, precum cea care ne sfătuiește să ne ferim de pisica neagră. Religia ne-ar putea îndruma să sacrificăm un animal ca să îmbunăm zeii sau să ne rugăm pentru pacea mondială. Tehnologia ar putea însemna cum să aprindem focul sau să construim un nou computer.

Știința, magia, religia și tehnologia au fost folosite de societățile umane timpurii care s-au stabilit pe văile fluviilor din India, China și Orientul Mijlociu. Văile erau fertile, ceea ce permitea plantarea anuală a recoltelor, suficiente cît să hrănească o comunitate numeroasă. Așa se face că unii oameni din aceste comunități au avut destul timp ca să își îndrepte atenția asupra unui singur lucru, să exerseze iar și iar și să devină experți în acel lucru anume. Primii „oameni de știință“ (deși nu se numeau așa la vremea aceea) au fost probabil preoții.

La începuturi, tehnologia (care este despre „a face“) a fost mai importantă decît știința (care este despre „a cunoaște“). Trebuie să știi ce să faci și cum să faci înainte de a-ți crește recoltele, de a-ți face hainele, de a-ți găti mîncarea. Nu trebuie să știi de ce unele fructe sunt otrăvitoare sau alte plante sunt comestibile pentru a învăța cum să le eviți pe primele și să le cultivi pe cele din urmă. Nu trebuie să știi motivul pentru care soarele răsare în fiecare dimineață și apune în fiecare seară pentru ca aceste lucruri să se

întâmpile în fiecare zi. Dar ființele umane sunt capabile nu numai să învețe lucruri despre lumea din jur, ci sunt și curioase, iar această curiozitate se află în inima științei.

Există un motiv foarte simplu pentru care știm mai multe despre oamenii din Babilon (astăzi, Irak) decât știm despre alte civilizații vechi: ei au scris pe tăblițe de argilă. Au supraviețuit sute de astfel de tăblițe scrise cu aproape 6 000 de ani în urmă. Ele ne povestesc cum își vedeau babilonienii lumea. Erau foarte bine organizați, țineau o evidență strictă a recoltelor, a proviziilor, a finanțelor. Preoții își petreceau multă vreme cercetând faptele și personajele vieții lor. Ei erau și principalii „oameni de știință“, cei care supravegheau terenurile, măsurau distanțele, priveau cerul și elaborau tehnici de numărare. Folosim și astăzi câteva dintre descoperirile lor. Ca și noi, foloseau semne pe răboj pentru a ține socoteala; asta se întâmplă când trasezi patru linii verticale tăiate pe diagonală cu o a cincea, cum e posibil să fi văzut în fotografii ale unor celule de închisoare. Ele sunt făcute de deținuți care astfel țin socoteala anilor de când au fost închiși. Mult mai important, babilonienii au fost cei care au spus că ar trebui să fie 60 de secunde într-un minut și 60 de minute într-o oră, precum și 360 grade într-un cerc și șapte zile în săptămână. Ceea ce e amuzant, dacă te gândești că nu există nici un motiv real pentru care 60 de secunde trebuie să facă un minut și șapte zile, să însemne o săptămână. La fel de bine ar fi mers și alte numere. Dar sistemul babilonian a fost cel preluat mai departe și cu el am rămas.

Babilonienii erau foarte buni la astronomie, adică la cercetarea cerurilor. În decursul mai multor ani au început să recunoască tipare în poziția stelelor și a planetelor pe cerul nopții. Credeau că Pământul era în centrul lucrurilor și că existau conexiuni puternice – magice – între noi și stele. Cum oamenii credeau că Pământul era în centrul universului, nu l-au socotit ca planetă. Au împărțit cerul nopții în 12 părți și au dat fiecărei părți un nume asociat cu un anumit grup de stele (sau „constelație“). În jocul ceresc de „Unește punctele“, în unele constelații, babilonienii au văzut imagini ale unor obiecte și animale, precum o balanță și un scorpiion. Acesta a fost primul zodiac, baza astrologiei, care este studiul influenței stelelor asupra noastră. În Babilonul antic, și multe secole după aceea, astronomia și astrologia au fost strâns legate. Astăzi, mulți oameni știu în ce semn zodiacal s-au născut (eu sunt Taur) și își citesc horoscopul în ziare și reviste, căutând sfaturi pentru viața lor. Dar astrologia nu este o parte a științei moderne.

Babilonienii au fost doar unul dintre multele grupuri puternice din Orientul Mijlociu antic. Cel mai mult știm despre egipteni, care s-au așezat de-a lungul fluviului Nil încă din anul 3500 î.Hr. Nici o civilizație, nici dinainte, nici după ei, nu a fost atât de dependentă de o singură caracteristică naturală. Egiptenii se bazau pe Nil pentru existența lor de fiecare an, căci atotputernicul fluviu ieșea din matcă, aducea suficiente aluviuni cât să umple pământurile de pe malurile sale, pregătindu-le astfel pentru recoltele de anul următor. Egiptul e foarte călduros și uscat, astfel încât multe lucruri au putut supraviețui pentru ca noi să putem învăța și astăzi de la ele și ca să le putem admira, inclusiv multe picturi și un fel de scriere picturală numită hieroglifică. După ce egiptenii au fost cucerți de greci mai întâi, apoi de romani, abilitatea de a citi și de a scrie hieroglifice a dispărut; și așa, mai bine de 2 000 de ani, sensul scrierilor lor a fost pierdut. Apoi, în 1789, un soldat francez a găsit o tăbliță rotundă într-un morman de moloz, într-un orașel de lângă Rosetta, în nordul Egiptului. Pe ea era scrisă o proclamație în trei limbi: hieroglifică, greacă veche și o altă scriere egipteană, numită demotică. Piatra din Rosetta a ajuns la Londra, unde poate fi văzută și astăzi la British Museum. Ce descoperire majoră! Învățații știau să citească greaca veche, așa că au putut traduce hieroglificele descifrând misterioasa scriere egipteană. Acum puteam începe să aflăm mult mai multe despre credințele și practicile din Egiptul Antic.

Astronomia egipteană era similară cu a babilonienilor, dar preocuparea egiptenilor pentru viața de apoi a însemnat o abordare mai practică a cercetării stelelor. Calendarul era și el foarte important și le spunea nu numai care era cel mai bun moment pentru însămânțări sau când să se aștepte ca Nilul să se reverse, ci le permitea și planificarea sărbătorilor religioase. Anul lor „natural“ avea 360 zile – asta înseamnă 12 luni alcătuite din trei săptămâni a câte zece zile fiecare –, iar la sfârșitul anului adăugau încă cinci zile, ca să împiedice suprapunerea anotimpurilor. Egiptenii credeau că Pământul avea forma unei cutii dreptunghiulare, cu lumea lor la baza cutiei, și cu Nilul curgând exact prin centrul acestei cutii. Începutul anului lor coincidea cu revărsarea Nilului; ulterior, au legat inundațiile de răsărirea, noapte de noapte, celei mai luminoase stele, pe care au numit-o Sirius.

La fel ca în Babilon, preoții erau foarte importanți la curțile faraonilor, conducătorii Egiptului. Faraonii erau considerați de natură divină și li se atribuia capacitatea de a se bucura de viață după moarte. Acesta este motivul

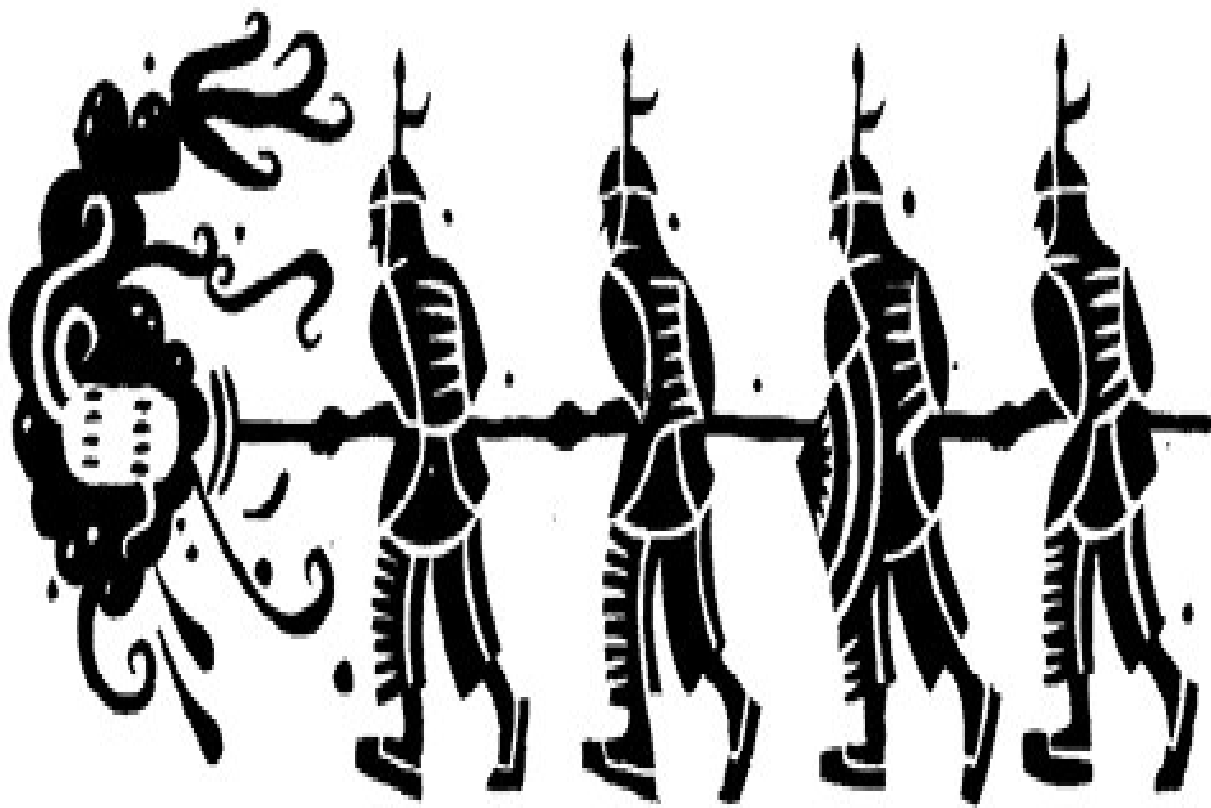
pentru care și-au construit piramidele, care sunt de fapt niște monumente funerare gigantice. Faraonii, rudele lor și alți oameni importanți, împreună cu servitori, câini, pisici, mobilier și provizii de hrană, toate erau așezate în aceste structuri masive, în așteptarea vieții celei noi în lumea viitoare. Pentru a conserva trupurile oamenilor importanți (la urma urmelor, nu se cade să apară în lumea viitoare putrezit și puțind), egiptenii au dezvoltat tehnici de îmbălsămare a morților. Aceasta presupune, în primul rând, scoaterea organelor interne (aveau un fel de cârlig lung pentru a scoate creierul prin nări) și punerea lor în niște vase speciale. Pentru conservarea restului trupului se foloseau substanțe speciale; apoi acesta era înfășurat în pânză și așezat în mormânt, la locul de odihnă.

Îmbălsămătorii trebuie să fi știut destul de bine cum arată inima, plămânii, ficatul și rinichii. Din păcate, nu au descris organele pe care le înlăturau, așa că nu știm ce credeau despre funcțiile acestora. Oricum, au ajuns la noi alte papirusuri medicale, iar acestea ne oferă suficiente date despre medicina și chirurgia egipteană. Cum se întâmpla adesea în acea perioadă, și egiptenii credeau că un amestec de cauze religioase, magice și naturale era cel care provoca bolile. Vindecătorii spuneau vrăji în timp ce administrau leacurile pacienților. Dar multe dintre tratamentele inventate de egipteni par a proveni dintr-o observare atentă a bolii. E posibil ca multe dintre leacurile pe care le puneau pe plăgi după rănire sau după o operație chirurgicală să fi ferit rana de microbi și să fi ajutat astfel vindecarea. Aceasta se întâmpla cu mii de ani înainte ca omenirea să știe ce sunt microbi.

În această etapă a istoriei, socotitul, astronomia și medicina erau cele mai evidente trei arii „științifice“ de activitate. Socotitul, pentru că erai nevoit să știi „cât“ înainte de a însămânța suficiente recolte și de a face negoț cu alții sau să vezi dacă ai suficienți soldați ori constructori de piramide la dispoziție. Astronomie, pentru că Soarele, Luna și stelele sunt atât de strâns legate de zile, luni și anotimpuri, încât notarea atentă a pozițiilor lor este fundamentală pentru calendare. Și medicina, pentru că oamenii, când sunt bolnavi sau răniți, caută în mod firesc ajutor. Dar în fiecare dintre aceste cazuri exista un amestec de magie, religie, știință și tehnologie; așa că, în ceea ce privește civilizațiile antice din Orientul Mijlociu, nu putem decât să presupunem de ce oamenii făceau ceea ce făceau sau cum își duceau viața de zi cu zi oamenii obișnuiți. Aceștia din urmă sunt mereu greu de cunoscut, pentru că numai cei bogați și puternici aveau acces la scriere și la citire, deci

numai ei au lăsat însemnări pentru posteritate. Aceste lucruri sunt adevărate și pentru alte două civilizații antice care au început în aproximativ aceeași perioadă, dar în îndepărtata Asie: China și India.

Capitolul 2. Ace și numere



Dacă mergeți spre est dinspre Babilon și Egipt, veți da de pământurile unde au înflorit civilizațiile antice aflate de o parte și de alta a stâncoșilor munți Himalaya: India și China. Cu aproximativ 5 000 de ani în urmă, oamenii de

acolo locuiau în orașe și cetăți înșirate de-a lungul văilor Indusului și a Fluviului Galben. În acele vremuri, atât India, cât și China erau teritorii imense, chiar mai mari decât sunt astăzi. Amândouă făceau parte din vaste rețele de comerț peste mări și țări – legate între ele prin drumul condimentelor –, iar popoarele lor aveau o scriere și o știință dezvoltate la cel mai înalt nivel. Una o ajuta pe cealaltă: știința aducea beneficii comerțului, iar bogăția generată de comerț îngăduia luxul studiului. La drept vorbind, până în jurul anului 1500, știința fiecăreia dintre acestei civilizații era cel puțin la fel de avansată ca în Europa. India ne-a dat numerele și dragostea de matematică. Din China vin hârtia și praful de pușcă, precum și acel instrument indispensabil pentru navigație: busola.

Astăzi, China este o forță importantă pe scena globală. Lucruri precum haine, jucării și bunuri electronice făcute acolo sunt vândute în lumea întreagă: verificați-vă eticheta pantofilor sport. Cu toate acestea, secole de-a rândul occidentalii s-au uitat la această țară fie cu amuzament, fie cu suspiciune. Chinezii fac lucrurile în felul lor; țara lor pare deopotrivă misterioasă și de neschimbat.

Știm despre China că a fost dintotdeauna o țară dinamică și că știința lor s-a schimbat și ea permanent. Un lucru a rămas însă neschimbat de-a lungul veacurilor: scrierea. Scrierea chineză este făcută din ideograme, mici picturi care reprezintă obiecte și care arată ciudat pentru niște utilizatori de alfabet ca noi. Dar dacă știți cum să interpretați aceste mici picturi, înseamnă că puteți citi vechile – foarte vechile – texte chinezești, dar și scrieri de dată mai recentă. De fapt, Chinei trebuie să îi mulțumim pentru inventarea hârtiei, care face scrisul mult mai ușor. Cel mai vechi exemplu datat pe care-l cunoaștem vine din jurul anului 150 d.Hr.

China nu a fost niciodată ușor de condus, dar știința putea ajuta. Poate cel mai mare proiect ingineresc din toate timpurile, Marele Zid Chinezesc, s-a realizat în timpul secolului al V-lea î.Hr., în timpul dinastiei Zhou de Est. (Istoria Chinei este împărțită în dinastii, care sunt asociate cu conducători puternici și curțile lor.) Zidul avea rostul de a ține în afara hotarelor barbarii din nord, dar și de a-i ține pe chinezi înăuntru! A necesitat secole până la finalizare, fiind extins și reparat în mod constant, iar acum traversează o distanță de 8 851 de kilometri. (Ani de-a rândul oamenii au crezut că zidul putea fi văzut din spațiu, dar nu este adevărat: nici măcar astronautul chinez

nu a reușit să localizeze structura.) O altă operă inginerescă remarcabilă, Marele Canal, a început sub dinastia Sui, în secolul al V-lea. Prin folosirea unor albiu naturale, canalul de aproape 2 000 de kilometri lega orașul Beijing, aflat pe continent, în nord, cu Hangzhou, de pe coasta de sud, și, de aici, cu lumea exterioară. Aceste monumente sunt dovezi clare ale îndemnării supraveghetorilor și inginerilor chinezi, dar și ale cantității uriașe de muncă grea depusă pentru construirea lor. Chinezii vor fi inventat ei roaba, dar tot muncitorii trebuiau să sape, să împingă și să construiască.

Chinezii vedeau universul ca pe un fel de organism viu, în interiorul căruia forțele legau totul laolaltă. Forța fundamentală sau energia se numea Qi (pronunțată Chi). Alte două forțe fundamentale erau yin și yang: yin, principiul feminin, era asociat cu întunericul, cu norii și cu umezeala; yang, principiul masculin, cu ideile de soare, foc și căldură. Lucrurile nu sunt niciodată numai yin sau numai yang; cele două forțe se îmbină mereu în proporții diferite. După filosofia chineză, fiecare dintre noi are și yin, și yang, iar combinația precisă a acestora determină cine suntem și cum ne comportăm.

Chinezii credeau că universul este făcut din cinci elemente: apă, metal, lemn, foc și pământ. Aceste elemente nu erau pur și simplu apa obișnuită sau focul pe care îl vedem zilnic, ci principii care lucrau împreună pentru a alcătui lumea și cerurile. Fiecare avea caracteristicile sale diferite, desigur, dar erau și forțe care se îmbină, cam în felul jucăriilor Transformer. De pildă, lemnul putea învinge pământul (o cazma din lemn poate săpa pământul); metalul poate ciopli lemnul; focul poate topi metalul; apa poate stinge focul; și pământul poate îndigui apa. (Gândiți-vă la jocul Hârtie-Foarfecă-Piatră, inventat chiar în China.) Aceste elemente, combinate cu forțele yin și yang, produc ritmurile ciclice ale timpului și ale naturii, anotimpurile, ciclurile nașterii și ale morții, precum și mișcările Soarelui, ale stelelor și ale planetelor.

Cum toate sunt făcute din aceste elemente și forțe, într-un anumit sens se poate spune că totul este viu și conectat. Așa se face, probabil, că o noțiune de „atom“ ca unitate de bază a materiei nu s-a dezvoltat niciodată în China. La fel, nici filosofii naturii de acolo nu s-au gândit că ar trebui să exprime totul în numere, pentru a fi „științifici“. Aritmetica era foarte practică: îți era necesară ca să-ți ții socotelile când vindeai sau cumpărai, îți cântăreai

bunurile și așa mai departe. Abacul, un instrument cu bile care alunecă pe sârme și pe care se prea poate să fi învățat și voi să socotiți, a fost menționat la sfârșitul anilor 1500 î.Hr. Un abac te ajută să faci mult mai repede adunarea, scăderea, înmulțirea și împărțirea.

Numerele erau folosite și la calcularea lungimii zilelor și a anilor. Încă de prin 1400 î.Hr., chinezii știau că anul are $365\frac{1}{4}$ zile și, precum cele mai multe civilizații timpurii, au folosit Luna pentru a calcula lunile. Cum au făcut toate popoarele antice, și chinezii au măsurat anul ca fiind perioada necesară Soarelui să se întoarcă la punctul din care a plecat pe cer. Ciclurile în mișcările planetelor precum Jupiter, și ale stelelor, s-au potrivit perfect cu ideea că în natură totul e ciclic. „Suprema Mare Origine Desăvârșită“ era un calcul imens pentru a afla cât îi va lua universului să facă un ciclu complet: 23 639 040 de ani. Asta însemna că universul era foarte bătrân (deși noi astăzi știm că e mult mai bătrân). Chinezii s-au gândit și cum e structurat universul. Câteva dintre primele hărți cerești ale chinezilor arată că ei au înțeles cum să reprezinte, pe o hartă bidimensională, lucruri care existau într-un spațiu curb. Xuan Le, care a trăit în dinastia Han târzie (25–200 d.Hr.), credea că Soarele, Luna și stelele pluteau într-un spațiu gol, duse de vânturi. Era o imagine foarte diferită de credința vechilor greci – cum că aceste corpuri cerești erau fixate în sfere solide – și e mult mai aproape de felul în care înțelegem spațiul astăzi. Astronomii din China notau cu atenție evenimentele neobișnuite, astfel încât înregistrările lor sunt încă folosite de astronomiei moderne, tocmai pentru că sunt atât de vechi.

Cum chinezii credeau că Pământul e foarte bătrân, nu le-a venit greu să recunoască fosilele drept rămășițe întărite ale plantelor și animalelor care au fost odată vii. Pietrele erau grupate după caracteristici cum ar fi duritatea și culoarea. Jadul era apreciat în mod special, iar meșteșugarii sculptau minunate statuete din el. Cutremurele de pământ erau obișnuite în China și, cu toate că nimeni nu a putut explica de ce apăreau, în secolul al II-lea d.Hr., un om foarte învățat pe nume Zhang Heng a folosit o greutate care atârna și care se legăna când pământul se cutremura, pentru a le înregistra astfel. Aceasta a fost o versiune timpurie a ceea ce astăzi numim seismograf, o mașină care trasează o linie dreaptă până ce pământul se mișcă, moment în care linia devine un zigzag.

Magnetismul a fost înțeles în scopuri practice. Chinezii au învățat cum să magnetizeze fierul încălzindu-l la temperaturi înalte și lăsându-l apoi să se răcească, îndreptat fiind în direcția nord-sud. China avea busole cu mult înainte ca acestea să fie cunoscute în Occident și erau folosite atât pentru navigație, cât și pentru ghicirea norocului. De obicei, erau „ude“: un simplu ac magnetizat care plutea într-un bol cu apă. De obicei, noi spunem că acul busolei arată nordul, dar pentru chinezi el indică sudul. (Evident, și busolele noastre arată sudul, numai că la celălalt capăt al acului. Nu contează prea mult ce direcție alegi, câtă vreme toată lumea e de acord cu ea.)

Chinezii au fost și chimiști pricepuți. Mulți dintre cei mai buni erau taoiști, membri ai unui grup religios care îl urmau pe Lao Tsu, care a trăit undeva între secolele al VI-lea și al IV-lea î.Hr. (Tao înseamnă „Drumul“ sau „Calea“.) Alții îi urmau pe Confucius sau pe Buddha. Filosofii acestor lideri religioși influențau atitudinile adeptilor lor față de studiul universului. Religia a influențat dintotdeauna felul în care oamenii priveau lumea din jur.

Chimia pe care chinezii au fost capabili să o practice era destul de sofisticată pentru epoca lor. De pildă, puteau distila alcoolul și alte substanțe și puteau extrage cupru din soluții. Din cărbune pisat, sulf și nitrat de potasiu au făcut praf de pușcă. Acesta a fost primul explozibil chimic și rampa de lansare pentru inventarea armelor, dar și a artificilor. S-ar putea spune că praful de pușcă era întruchiparea yin și yang a lumii chimice: exploda frumos în extraordinare focuri de artificii organizate la curte, dar era folosit și pentru încărcarea armelor și a tunurilor pe câmpurile de bătălie din Orient încă din secolul al X-lea. Nu se știe sigur cum au ajuns în Europa rețeta și instrucțiunile de producere a acestei substanțe puternice, dar există o descriere a acesteia care datează din anii 1280. Treptat, ea a făcut războiul din ce în ce mai mortal.

Chinezii aveau și alchimiști, care căutau „elixirul vieții“: o substanță care ne-ar putea mări durata vieții, care ne-ar face poate chiar nemuritori. (Mai multe despre alchimie în Capitolul 9.) Nu l-au găsit și, la drept vorbind, probabil mulți împărați ar fi trăit mai mult dacă nu ar fi luat aceste tratamente experimentale, otrăvitoare. Totuși căutarea miraculoasei substanțe a condus la descoperirea mai multor medicamente care puteau fi folosite la tratarea bolilor obișnuite. La fel ca în Europa, doctorii chinezi foloseau extractele de plante ca să vindece bolile, dar făceau și compuși cu sulf, mercur și alte

substanțe. Pelinul era folosit pentru tratarea febrei. Se făcea un extract de plantă care era picurat fierbinte pe piele în puncte specifice, pentru a ajuta fluxul de „fluide vitale“. Rețeta și metoda au fost recent descoperite într-o carte despre leacuri scrisă cu aproximativ 1 800 ani în urmă. Testată fiind în laboratoarele moderne, s-a văzut că fiertura era eficientă împotriva malariei, una din principalele cauze de deces în țările tropicale. Unul dintre simptomele malariei este febra ridicată.

În China, încă din secolul al II-lea î.Hr., au început să se scrie cărți de medicină, iar medicina chineză străveche este prezentă astăzi în toată lumea. Acupunctura, care presupune înfigerea unor ace în anumite puncte de pe piele, este practică la scară largă, ajutând la vindecarea bolilor, la gestionarea stresului și ameliorarea durerii. La bază stă ideea că organismul are o serie de canale prin care curge energia Qi; astfel, practicantul acupuncturii folosește acele pentru a stimula sau a debloca aceste canale. Uneori, operațiunile de calmare a durerii presupun ceva mai mult decât niște ace fine înfipite în corpul pacientului. Oamenii de știință chinezi lucrează astăzi cu colegii lor din Occident, dar medicina tradițională chineză are în continuare mulți adepți în întreaga lume.

La fel și medicina indiană tradițională. Aceasta se numește Ayurveda și se întemeiază pe o lucrare cu acest nume, redactată în limba străveche numită sanscrită, undeva între 200 î.Hr. și 600 d.Hr. Ayurveda ne învață că în corp există fluide numite doshas. Ele sunt în număr de trei: vata, care e rece, uscată și luminoasă; pitta, care e caldă, acră și înțepătoare; și kapha, care e rece, grea și dulce. Aceste doshas sunt necesare pentru funcționarea adecvată a organismului uman, iar când una sau mai multe sunt într-o cantitate prea mică sau prea mare ori când se află în locul nepotrivit, apar bolile. Inspectând pielea pacienților și luându-le pulsul – manevre și ele foarte importante –, medicii indieni încercau să stabilească despre ce boală era vorba. Leacuri, masaje și diete speciale puteau corecta dezechilibrul. Medicii indieni foloseau suc de mac, din care se face opiul, pentru a-și calma pacienții și a le alina durerea.

O altă lucrare de medicină indiană, Susruta, se concentrează asupra chirurgiei. Câteva dintre operațiile descrise aici sunt remarcabil de delicate pentru această perioadă timpurie. De pildă, când un pacient suferea de cataractă (o încețoșare a cristalinului, ceea ce îngreunează mult vederea)

chirurgul introducea cu grijă un ac în globul ocular și împingea pojghița cețoasă într-o parte. Chirurgii indieni foloseau și fâșii din pielea pacientului pentru a repara nasurile vătămăte, probabil cea mai veche formă a ceea ce astăzi numim chirurgie plastică.

Medicina ayurvedică era asociată cu practicieni hinduși. În jurul lui 1590, când musulmanii s-au stabilit în India, au adus propriile idei medicale, bazate pe medicina antică greacă, interpretată de medicii islamici timpurii. Această medicină, numită Yunani (care înseamnă „grec”), s-a dezvoltat alături de sistemul ayurvedic. Ambele sunt folosite în continuare în India de azi, împreună cu medicina cu care toți suntem familiarizați: medicina occidentală.

India are propriile tradiții științifice. Astronomii din India au încercat să afle sensul cerului, al stelelor, al Soarelui și al Lunii pornind de la lucrările astronomului grec Ptolemeu și de la câteva lucrări științifice din China, care au fost aduse de misionarii budiști indieni. Există un observator la Ujjain și unul dintre primii oameni de știință de indieni al cărui nume ne este cunoscut, Varahamihira (cca 505), a lucrat aici. El a adunat lucrări astronomice vechi și a adăugat propriile observații. Mult mai târziu, în secolul al XVI-lea, au fost construite observatoare la Delhi și la Jaipur. Calendarul indian era destul de corect; la fel ca și chinezii, indienii credeau că Pământul era foarte bătrân. Unul dintre ciclurile lor astronomice avea o durată de 4 320 000 de ani. Și indienii se aflau în căutarea unui elixir care să asigure o viață lungă. Căutau și o cale de a face aur din metale obișnuite. Dar cea mai importantă contribuție a indienilor la știință a fost matematica.

Din India, via Orientul Mijlociu, ne vin numerele pe care le numim „arabe”: familiarele 1, 2, 3 și așa mai departe. Ideea de „zero” vine tot din India. Împreună cu numerele pe care le folosim și astăzi, matematicienii indieni au avut ideea fundamentală de „ținere a locului”. Fie numărul 170. „1” = 100, așadar ține locul „sutelor”; „7” = 70, ține locul „zecilor”; iar „0” ține locul „unităților”. Nouă ni se pare atât de firesc să le folosim, încât nici nu le băgăm de seamă, dar, dacă nu am fi avut această scriere cu „ținerea locului”, redarea numerelor mari ar fi fost mult mai complicată. Faimosul matematician indian din Antichitate Brahmagupta, care a trăit în secolul al VII-lea, și-a dat seama cum se calculează volumele prismelor și ale altor corpuri. A fost prima persoană care a menționat numărul „0” și a înțeles că

orice ai înmulți cu 0 dă 0. A fost nevoie de aproape 500 de ani pentru ca alt matematician indian, Bhaskara (născut în 1115), să stabilească că orice ai împărți la 0 rezultă o infinitate. Explicațiile matematice ale lumii ar fi imposibile fără aceste concepte.

Deși sistemele medicale din India și China încă sunt la concurență cu medicina occidentală, în știință lucrurile stau altfel. Oamenii de știință indieni și chinezi lucrează cu aceleași idei, instrumente și scopuri ca și colegii lor de oriunde din lume. Indiferent dacă e în Asia sau în orice altă parte, știința este astăzi o știință universală, adică cea dezvoltată în Occident.

Dar amintiți-vă că avem numerele din India și hârtia din China. Scrieți tabla înmulțirii cu 9 și veți folosi niște daruri străvechi, toate din Orient.

Capitolul 3. Atomi și Vid



În jurul anului 454 î.Hr., istoricul grec Herodot (cca 485–425 î.Hr.) a vizitat Egiptul. Ca și noi, a fost uluit de piramide și de statuile gigantice – înalte de aproape 20 de metri – de la Teba, în amonte pe Nil. Nu-i venea să creadă cât

de vechi erau toate. Zilele de glorie ale Egiptului trecuseră, fuseseră demult cucerite de perși. Herodot trăia într-o societate mult mai tânără, mai viguroasă, care era încă la începuturi, una care avea să cucerească Egiptul un secol mai târziu, sub Alexandru cel Mare (356–323 î.Hr.).

Pe vremea lui Herodot, oamenii care gândeau și scriau în greacă dominau o parte tot mai mare a Mediteranei de Est. Ei au fost cei care au consemnat operele lui Homer, poetul orb, cum ar fi povestea victoriei grecilor asupra troienilor prin construirea unui cal uriaș din lemn și ascunderea în interiorul acestuia, precum și povestea fantasticei călătorii spre casă a soldatului grec Odiseu, geniul din spatele șiretlicului din Războiul Troian. Grecii au fost mari constructori de nave, negustori și gânditori.

Unul dintre acești primi gânditori a fost Thales (cca 625–545 î.Hr.), negustor, astronom și matematician din Milet, pe coasta Turciei de azi. Nimic din ceea ce a scris nu a supraviețuit în mod direct, dar autorii ulteriori îl citează și relatează multe întâmplări care ilustrează ce fel de om a fost. Una dintre ele spune că odată era atât de preocupat să admire stelele, încât a uitat să se uite pe unde pășește și a căzut într-un puț. În altă poveste, se spune că Thales a fost foarte inspirat: inteligent fiind, și-a dat seama că recolta de măslina avea să fie foarte bogată. A închiriat toate presele de măslina cu mult înainte de cules, când nimeni nu avea nevoie de ele și, când a venit vremea culesului, le-a închiriat și a făcut un profit frumuseț. Thales nu a fost primul profesor zăpăcit – după cum vom vedea mai încolo – și nici singurul care a făcut bani din aplicarea cunoștințelor sale.

Se spune că Thales a vizitat Egiptul și a adus grecilor matematica egipteană. Aceasta s-ar putea să fie doar o altă poveste, precum aceea că el a fost capabil să prevadă corect o eclipsă totală de Soare (nu știa suficientă astronomie ca să facă asta). Mai probabil este că a încercat să explice multe întâmplări naturale, cum ar fi fertilizarea solului prin revărsările Nilului și felul în care cutremurele se produc prin supraîncălzirea apei din scoarța Pământului. Pentru Thales, apa era elementul principal, și el își reprezenta Pământul ca un disc care plutea pe un ocean imens. Poate nouă ni se pare ceva foarte amuzant, dar ideea este că Thales chiar voia să explice lucrurile în mod natural, mai curând decât în termeni supranaturali. Egiptenii credeau că Nilul se revărsa prin grația zeilor.

Spre deosebire de Thales, Anaximandru (cca 611–547 î.Hr.), tot din Milet, credea că focul era cea mai importantă substanță din univers. Empedocle (cca 500–430 î.Hr.) din Sicilia a venit cu ideea că existau patru elemente: aer, pământ, foc și apă. Ideea ne este cunoscută pentru că a devenit una din ideile principale ale gânditorilor pentru aproape 2 000 de ani, până la sfârșitul Evului Mediu.

Faptul că reprezenta curentul principal de gândire nu înseamnă că absolut toată lumea accepta schema celor patru elemente ca pe un adevăr suprem. Tot în Grecia, iar mai târziu în Roma, mai mulți filosofi cunoscuți ca atomiști credeau că lumea e făcută din particule mici numite atomi. Cel mai faimos dintre primii atomiști a fost Democrit, care a trăit în jurul anului 420 î.Hr. Astăzi, ceea ce știm despre ideile lui provine din câteva fragmente din gândurile lui citate de alți autori. Democrit credea că în univers există numeroși atomi, care au existat aici dintotdeauna. Atomii nu puteau fi spărți în bucăți mai mici, nici nu puteau fi distruși. Cu toate că erau mult prea mici ca să poată fi văzuți, el credea că aceștia trebuie să fi fost de forme și mărimi diferite, căci astfel s-ar explica de ce lucrurile făcute din atomi au gusturi, texturi și culori diferite. Dar aceste lucruri mai mari există numai pentru că noi, oamenii, le gustăm, le simțim, le vedem. În realitate, a subliniat Democrit, nu există decât „atomii și vidul“, adică ceea ce numim materie și spațiu.

Atomismul nu a fost prea popular, în special ideea lui Democrit și a discipolilor săi că ființele umane au „evoluat“ printr-un fel de proces de încercare și eroare. O versiune amuzantă sugera că odinioară a existat un număr imens de părți ale plantelor și animalelor care puteau fi îmbinate în diferite combinații – un pește putea căpăta o trompă de elefant, cartofului i s-ar fi putut atașa petale de trandafir și așa mai departe – înainte ca ele să fie potrivite împreună în felul în care le vedem astăzi. Ideea era că, dacă în mod accidental, o pisică a primit un picior de câine, animalul nu a supraviețuit, așa că nu avem pisici cu picioare de câine. Prin urmare, după o perioadă, toate picioarele de câine au ajuns la câini și – din fericire – toate picioarele de om au ajuns la oameni. (Altă versiune a evoluției din Antichitatea greacă pare mai realistă, deși puțin cam neplăcută: toate creaturile vii s-au trezit treptat la viață dintr-un fel de mîzgă primordială.)

Pentru că atomiștii nu văd nici un scop ultim sau un plan cosmic în univers, ei considerând că lucrurile se întâmplă pur și simplu din noroc sau din necesitate, celor mai mulți oameni nu le-a fost pe plac. E o viziune destul de sumbră, iar majoritatea gânditorilor greci căutau scopul, adevărul și frumosul. Grecii care au trăit în aceeași perioadă cu Democrit și discipolii săi trebuie să le fi auzit argumentația completă; astăzi, tot ceea ce știm despre ei provine din citate și discuții ale filosofilor ulteriori. Un atomist care a trăit în epoca romană, Lucretius (cca 100–cca 55 î.Hr.), a scris un minunat poem științific, *De rerum natura* (Despre natura lucrurilor). În acest poem, el descrie cerurile, pământul și toate câte sunt pe el, inclusiv evoluția societăților umane, în termenii atomismului.

Cunoaștem numele și o parte din contribuțiile a zeci de greci din Antichitate care s-au ocupat de știință și de matematică, pe o perioadă de aproape 1 000 de ani. Aristotel a fost unul dintre cei mai mari. Viziunea sa despre natură a fost atât de puternică, încât a dominat multă vreme după moartea lui (ne vom întoarce la el în Capitolul 5). Dar în special trei oameni care au trăit după Aristotel au făcut din munca sa o contribuție deosebit de semnificativă la dezvoltarea continuă a științei.

Euclid (cca 330–cca 260 î.Hr.) nu a fost primul om care s-a gândit la geometrie (babilonienii erau destul de buni la asta). Dar a fost primul care a adunat laolaltă, într-un fel de carte, ipotezele de bază, regulile și procedurile. Geometria este un fel de matematică foarte practică și care se ocupă cu spațiul: puncte, linii, suprafețe, volume. Euclid descrie idei geometrice, cum ar fi de ce liniile paralele nu se întâlnesc niciodată sau cum suma unghiurilor unui triunghi este de 180 grade. Marea lui carte, *Elemente de geometrie*, a fost admirată și studiată în toată Europa. S-ar putea ca și voi să studiați „geometria plană” a lui Euclid într-o bună zi. Sper că îi veți admira frumusețea clară și ordonată.

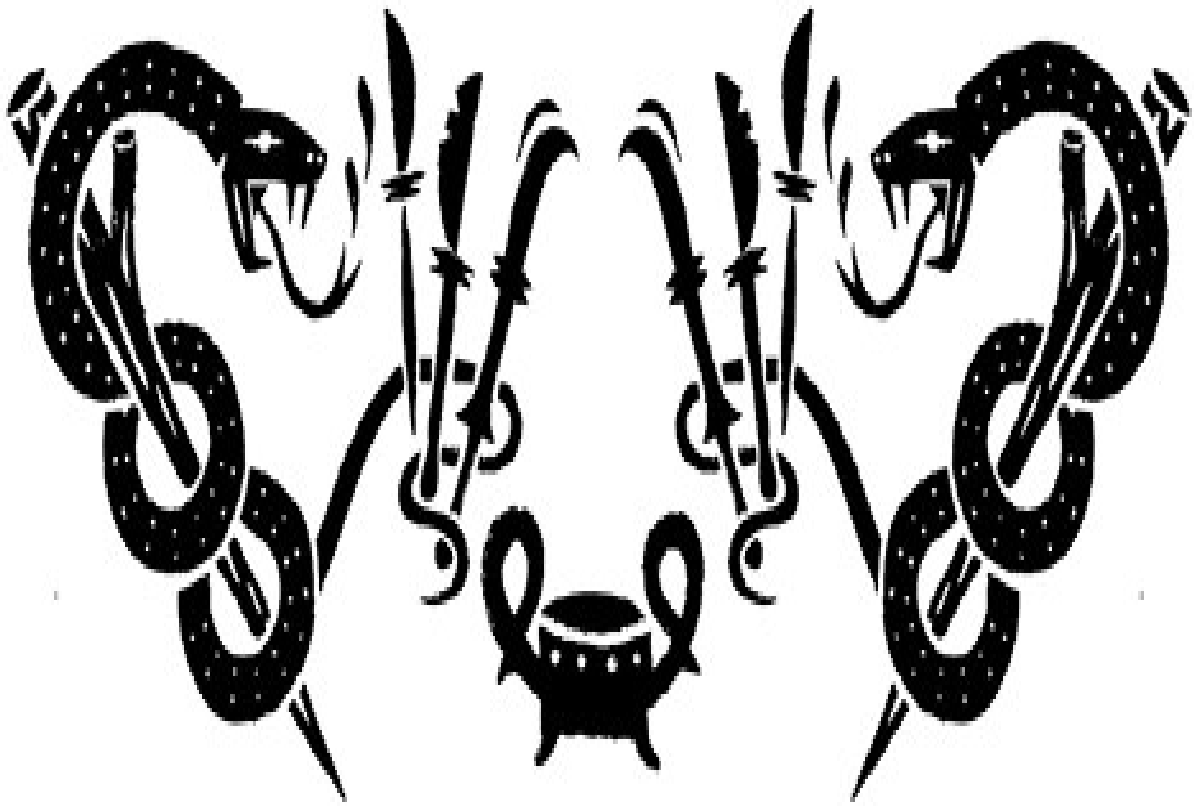
Al doilea dintre cei Trei Mari, Eratostene (cca 284–cca 192 î.Hr.) a măsurat circumferința Pământului într-un foarte simplu și isteț mod: folosind geometria. El știa că la solstițiul de vară, cea mai lungă zi a anului, Soarele se afla exact deasupra unui loc numit Syene. Așa că a măsurat unghiul Soarelui în acea zi la Alexandria (unde era bibliotecar la faimoasa bibliotecă), care se afla la aproximativ 5 000 de stadii nord de Syene. (O stadie este unitatea elenă de măsurare a distanței, în jur de 161 de metri.)

Pornind de la aceste măsurători, a folosit geometria să calculeze că Pământul are aproximativ de 250 000 de stadii de jur împrejur. Așadar, era pe aproape? Predicția lui Eratostene, de puțin peste 40 233 de kilometri nu e prea departe de cei 40 075,16 kilometri pe care-i știm astăzi (măsurați în jurul ecuatorului). Remarcați că Eratostene a crezut că Pământul este rotund. Ideea că Pământul era o imensă suprafață plată și că oamenii puteau călători până la capătul acestuia nu era întotdeauna crezută, în ciuda poveștilor care se spun despre Cristofor Columb și călătoria sa în America.

Ultimul dintre cei Trei Mari a activat tot în Alexandria, oraș din nordul Egiptului întemeiat de Alexandru de Mare. Claudius Ptolemeu (cca 100–cca 178), ca mulți oameni de știință din lumea antică, avea interese foarte diverse. A scris despre muzică, geografie, natură și comportamentul luminii. Dar lucrarea care i-a adus o faimă durabilă este *Almagest*, după titlul care i-a fost dat de arabi. În această carte, Ptolemeu a adunat – și a extins cu propriile însemnări – observațiile mai multor astronomi greci, inclusiv hărți ale stelelor, calcule ale mișcărilor planetelor, ale Lunii, Soarelui și ale stelelor, precum și structura universului. A presupus, ca mai toată lumea la vremea aceea, că Pământul este în centrul tuturor lucrurilor, și că Soarele, Luna, planetele, stelele se învârt în cerc în jurul lui. Ptolemeu a fost un matematician foarte bun și și-a dat seama că, introducând câteva corecții, putea calcula mișcările planetelor pe care el, la fel ca mulți alții înaintea lui, le observase.

E greu de explicat cum se mișcă Soarele în jurul Pământului când în realitate lucrurile stau exact invers. Cartea lui Ptolemeu a fost o lectură esențială pentru astronomii din teritoriile islamice și în Evul Mediu european. A fost una dintre primele scrieri traduse în arabă, apoi tradusă din nou în latină, într-atât era de admirată. La drept vorbind, mulți îl considerau pe Ptolemeu egalul lui Hipocrate, Aristotel și Galen; în ceea ce ne privește, aceste ultime trei figuri vor avea fiecare un capitol separat în această carte.

Capitolul 4. Părintele medicinei: Hipocrate



Data viitoare când vă duceți la doctor, întrebați-l sau întrebați-o dacă a depus jurământul lui Hipocrate la absolvire. Nu toate facultățile moderne de medicină le cer studenților să îndeplinească acest ritual, dar unele încă îl

respectă, iar acest jurământ scris cu mai bine de 2 000 de ani în urmă încă are ceva spus omului contemporan. Să vedem despre ce este vorba pe scurt.

Chiar dacă numele lui Hipocrate este legat de acest jurământ, probabil nu el este cel care l-a scris. La drept vorbind, el a scris numai câteva dintre cele aproape 60 de tratate (cărți scurte pe o temă specifică) care îi poartă numele. Se știe foarte puține despre Hipocrate omul. S-a născut în jurul anului 460 î.Hr., pe insula Kos, nu departe de Turcia actuală. A fost medic, a predat medicina (pentru bani) și probabil a avut doi fii și un ginere care au fost tot medici. E o istorie lungă, medicina fiind o tradiție de familie.

Corpusul hipocratic (corpus este o colecție de scrieri) a fost scris de mai multe persoane, de-a lungul unei perioade îndelungate, probabil 250 de ani. Diferitele tratate din Corpus susțin diferite puncte de vedere și se ocupă de numeroase probleme diferite. Acestea includ diagnosticarea și tratarea bolilor, cum să tratezi oasele rupte și articulațiile dislocate, epidemiile, cum să îți menții sănătatea, ce să mănânci, cum îți poate influența mediul sănătatea. De asemenea, textele învață doctorii cum să se comporte atât cu pacienții, cât și cu ceilalți doctori. Pe scurt, scrierile hipocratice acoperă aproape toată medicina, așa cum era ea practică la vremea aceea.

La fel de remarcabilă ca vastitatea temelor abordate este și vechimea acestor texte. Hipocrate a trăit înaintea lui Socrate, a lui Platon și a lui Aristotel, și pe insula Kos, o insulă mică, îndepărtată. E uluitor faptul că ceva scris cu atâta vreme în urmă a supraviețuit. Nu existau tiparnițe, cuvintele trebuiau copiate cu grijă, de mână, pe pergamente, suluri, tăblițe de lut sau alte suprafețe, iar apoi transmise din om în om. Cerneala pălește, războaiele distrug totul în cale, iar insectele și vremea au și ele un cuvânt de spus. Noi astăzi avem numai copii ale acestor scrieri, făcute de oamenii interesați din generațiile mult mai târzii. Cu cât mai multe copii sunt făcute, cu atât e mai mare șansa ca unele dintre ele să reziste probei timpului.

Tratatele hipocratice sunt la baza medicinei moderne, prin urmare Hipocrate ocupă în continuare o poziție specială. Trei principii fundamentale au ghidat practica medicală de secole. Primul dintre ele încă stă la temelia medicinei și al științei medicale actuale: credința fermă că oamenii se îmbolnăvesc din cauze „naturale“ care au explicații raționale. Înainte de Hipocrate, în Grecia și pe meleagurile învecinate se credea că boala avea o dimensiune

supranaturală. Ne îmbolnăveam pentru că ofensam zeii sau pentru că cineva ne făcea vrăji sau ne deochea. Iar dacă vrăjitoarele, magicienii și zeii provocau bolile, cel mai bun lucru era să lăsăm preoții și vindecătorii să își dea seama cum apăruse boala și care este cel mai bun leac. Chiar și în ziua de azi mulți oameni apelează la vindecători și la remedii magice.

Dar hipocraticii nu erau preoți-vindecători, erau medici care credeau că boala e un eveniment natural, normal. Unul dintre tratate, Despre boala sacră, arată foarte clar acest lucru. Această scurtă lucrare vorbește despre epilepsie, o boală la fel de comună și atunci, și astăzi: credem că Alexandru cel Mare și Iulius Caesar au suferit de această afecțiune. Oamenii cu epilepsie au crize în timpul cărora își pierd cunoștința, au contracții musculare și spasme. Uneori urinează involuntar. Treptat, convulsiile se potolesc și își recâștigă controlul asupra corpului și a funcțiilor mentale. Contemporanii noștri care suferă de epilepsie privesc acest episod ca pe un lucru normal, deși destul de neplăcut. Dar a vedea pe cineva în timpul unei crize epileptice poate fi destul de tulburător, iar spasmele erau atât de dramatice și de misterioase încât vechii greci au presupus că boala are o cauză divină. Așa că au numit-o „boala sacră“.

Autorul hipocratic al tratatului nu credea în astfel de idei. În faimoasa lui propoziție de deschidere declară sec: „Nu cred că «boala sacră» este mai divină sau mai sacră decât orice altă boală; din contră, are caracteristici specifice și o cauză definită. Cu toate acestea, pentru că e complet diferită de alte boli, a fost considerată de sorginte divină de către cei care, bieți muritori fiind, se uitau la ea cu uluire și ignoranță.“ Teoria autorului era că epilepsia e provocată de un blocaj al flegmei în creier. La fel cum s-a întâmplat cu multe teorii în știință și medicină, a fost înlocuită de altele mai bune. Dar se poate spune că declarația fermă că nu poți spune că o boală are o cauză supranaturală numai pentru că este neobișnuită, misterioasă sau greu de explicat – a fost principiul călăuzitor al științei de-a lungul veacurilor. Poate ne vine greu să înțelegem asta astăzi, dar, cu răbdare și muncă suficientă, vom reuși. Acest argument este unul dintre cele mai durabile lucruri care ne-au fost transmise de către discipolii lui Hipocrate.

Al doilea principiu hipocratic a fost că atât sănătatea, cât și bolile sunt provocate de „umorile“ din corpul nostru. (O expresie veche spune că cineva are o umoare bună sau rea, adică este într-o dispoziție/stare bună sau

proastă.) Această idee este clar explicată în tratatul Despre natura omului, care e posibil să fi fost scris de ginerele lui Hipocrat. Alte câteva scrieri hipocratice menționează două umori – flegma și bila galbenă – drept cauze ale bolilor. Despre natura omului adaugă încă două: sângele și bila neagră. Autorul susține că aceste patru umori joacă un rol esențial în sănătatea noastră, iar când se dezechilibrează (când e prea mult sau prea puțin din una ori din alta) apare boala. Probabil că mulți dintre voi ați văzut umorile corporale când ați fost bolnavi. Când avem febră, transpirăm; când răcim sau avem o infecție pulmonară, ne curge nasul și avem o tuse productivă. Când ne doare burta, vomităm, iar prin diaree expulzăm fluide pe la celălalt capăt al tubului digestiv. O zgârietură sau o tăietură duce la o sângerare la nivelul pielii. Mai rar întâlnit astăzi e icterul, când pielea se îngălbenesc. Icterul poate fi provocat de multe boli care afectează organele care produc fluidele corporale, inclusiv malaria, care era o boală obișnuită în Grecia antică.

Hipocraticii asociau fiecare dintre aceste umori cu un organ: sângele cu inima, bila galbenă cu ficatul, bila neagră cu splina și flegma cu creierul. Autorul tratatului Despre boala sacră credea că epilepsia era provocată de blocarea flegmei în creier. Și alte boli, nu numai răceala sau diareea, cu modificări evidente ale fluidelor, erau asociate cu modificări ale umorilor. Fiecare dintre aceste umori avea proprietățile ei: sângele e fierbinte și umed; flegma, rece și umedă; bila galbenă, fierbinte și uscată; bila neagră, rece și uscată. Aceste simptome pot fi efectiv văzute la cei bolnavi: când o rană sângerândă e inflamată, e fierbinte; iar când avem o răceală și ne curge nasul, ne simțim reci și avem frisoane. (Galen, care a dezvoltat ideile lui Hipocrate 600 de ani mai târziu, a atribuit aceleași caracteristici, cald, rece, umed și uscat mâncărilor sau leacurilor pe care ar trebui să le luăm.)

Tratamentul pentru aceste boli era restabilirea echilibrului umorilor pentru fiecare pacient. Aceasta înseamnă că practica medicinei hipocratice era mai complexă decât simpla respectare a unor instrucțiuni de revenire a fiecărei umori la starea ei „naturală“. Fiecare pacient individual avea propriul echilibru sănătos al umorilor, așa că doctorul trebuia să știe totul despre pacienții săi: unde locuiau, ce mâncau, cum își câștigau existența. Numai cunoscându-și foarte bine pacienții îi putea spune fiecăruia ce era cel mai probabil să se întâmple, adică să îi dea un prognostic. Când suntem bolnavi, toți vrem să știm la ce să ne așteptăm și cum ne putem face bine. Medicii hipocratici acordau mare importanță capacității de a prognoza ce se putea

întâmpla. Dacă aveau dreptate, reputația lor creștea, ceea ce le aducea mai mulți pacienți.

Medicina pe care hipocraticii au învățat-o și apoi au predat-o discipolilor lor (de multe ori fiii sau ginerii lor) se baza pe observația atentă a bolilor și a cursului pe care-l urmau acestea. Își notau experiențele, adesea sub forma unor rezumate scurte, numite „aforisme“. Aforisme a fost una dintre scrierile hipocratice cel mai des folosite de medicii din veacurile următoare.

A treia abordare hipocratică importantă a bolii și a stării de sănătate poate fi rezumată de expresia latină *vis medicatrix naturae*, adică „puterea vindecătoare a naturii“. Hipocrate și discipolii săi interpretau mișcările umorilor în timpul bolilor ca semne că organismul încearcă să se vindece singur. Așa că transpirația, eliminarea flegmei, voma și furunculele erau văzute ca încercări ale corpului de a expulza – sau de a „găti“ (foloseau multe metafore culinare) umorile. Corpul făcea toate acestea ca să încerce să scape de excese, să modifice sau să purifice umorile rele care au fost preschimbate de boală. Sarcina doctorului era așadar să ajute natura în procesul de vindecare. Medicul era slujitorul naturii, nu stăpânul ei, iar procesele îmbolnăvirii trebuiau învățate prin observarea atentă a ceea ce apărea în timpul bolii. Mai târziu, un medic a găsit formularea „boală autolimitativă“ pentru a descrie tendința aceasta; astăzi știm că multe boli se ameliorează de la sine. Doctorii glumesc uneori că dacă tratezi o boală trece într-o săptămână, iar, dacă nu, va fi nevoie de șapte zile. Hipocrate ar fi fost de acord.

Pe lângă multele lor lucrări despre medicină și chirurgie, igienă și epidemii, hipocraticii ne-au lăsat Jurământul, o sursă de inspirație și pentru medicii de azi. O parte din acest document scurt se concentrează asupra relației dintre discipoli și maestru, și pe aceea dintre medici. O mare parte totuși este alocată comportamentului adecvat pe care medicii trebuie să-l adopte față de pacienții lor. Nu trebuie să profite niciodată de pacienții lor, să bârfească despre secretele pe care se poate să le fi aflat de la cel bolnav și le este interzis să administreze o otrăvă. Toate aceste aspecte sunt vitale și în etica medicală de astăzi, dar o afirmație anume din Jurământ este atemporală: Voi îndruma îngrijirea bolnavilor spre folosul lor, pe cât mă vor ajuta puterile și mintea, și mă voi feri să le fac orice rău și orice nedreptate.

„Să nu faci rău celor bolnavi“ trebuie să fie și astăzi scopul oricărui medic.

Capitolul 5. „Magistrul celor care știu”: Aristotel



„Prin natura lor, toți oamenii manifestă dorința de a ști“, spune Aristotel. Poate ați cunoscut un astfel de om, mereu dornic să învețe mai mult. Dar poate ați dat și peste atotștiutori care și-au pierdut această curiozitate, atât de

importantă pentru Aristotel. Perspectiva lui optimistă era că oamenii se vor strădui să afle cât mai multe despre ei înșiși și despre lume. Știm astăzi că, din păcate, nu se întâmplă întotdeauna așa.

Aristotel și-a petrecut toată viața învățând și predând. S-a născut în 384 î.Hr. la Stagira, în Tracia (astăzi Halkidiki, în Grecia). A fost fiul unui doctor, dar, de la vârsta de zece ani, a fost îngrijit și educat de tutorele lui, Proxenus. La 17 ani, Aristotel s-a dus la Atena ca să studieze la faimoasa Academie a lui Platon. A rămas acolo 20 de ani. Cu toate că abordarea lumii naturale practică de Aristotel era complet diferită de cea a lui Platon, Aristotel a rămas foarte atașat de magistrul său și, după moartea acestuia în 347 î.Hr., a scris cuvinte pline de dragoste despre munca lui Platon. Unii cred că istoria filosofiei occidentale nu e decât un șir de note de subsol la operele lui Platon, dorind să spună prin aceasta că Platon a ridicat multe întrebări la care filosofii încă se gândesc. Care este natura frumuseții? Ce este adevărul sau cunoașterea? Cum putem fi buni? Cum ne putem organiza cel mai bine societatea? Cine face regulile după care trăim? Ce ne spune experiența noastră cu lucrurile lumii despre ceea ce sunt „cu adevărat“?

Și Aristotel a fost intrigat de multe dintre aceste întrebări filosofice, dar el era înclinat să răspundă într-un fel pe care l-am putea numi „științific“. Și el, asemenea lui Platon, a fost filosof, dar el a fost filosof naturalist, ceea ce numim astăzi „științific“. Pentru el, cea mai captivantă ramură a filosofiei era logica, adică felul în care putem gândi mai clar. Era întotdeauna interesat de lumea din jurul lui, de pe pământ și din ceruri, și de felul natural în care lucrurile se schimbă.

Multe dintre scrierile lui Aristotel s-au pierdut, dar avem norocul de a avea câteva dintre notele sale de lectură. După moartea lui Platon, a părăsit Atena, probabil pentru că, străin fiind, nu se simțea în siguranță acolo. A petrecut câțiva ani în orașul Assos (acum în Turcia), unde a înființat o școală, s-a căsătorit cu fiica unui conducător local și, după moartea acesteia, a trăit cu o sclavă, cu care a avut un fiu, Nicomah. Aici și-a început Aristotel cercetările biologice, pe care le-a continuat pe insula Lesbos. În 343 î.Hr., Aristotel și-a asumat o sarcină foarte importantă: aceea de magistru al lui Alexandru cel Mare, în Macedonia (astăzi o țară separată, la nord de Grecia). Spera să facă din pupilul său un conducător filosof, sensibil. Nu a reușit, dar Alexandru a ajuns să domnească peste o mare parte din lumea cunoscută a acelor

vremuri, inclusiv peste Atena. Așa se face că Aristotel s-a putut întoarce în siguranță în cetate. În loc să se întoarcă la Academia lui Platon, a preferat să înființeze o nouă școală, chiar la marginea Atenei. Avea o promenadă publică (peripatos, în greaca veche), astfel încât discipolii lui Aristotel au ajuns să fie cunoscuți ca peripateticieni sau cei care se plimbă mereu de colo până colo – un nume potrivit, dat fiind felul în care Aristotel însuși se muta mereu dintr-un loc în altul. După moartea lui Alexandru, Aristotel și-a pierdut susținerea în Atena, așa că a trebuit să se mute pentru ultima oară, de data asta în Chalkis, în Grecia, unde a și murit la puțin timp după aceea.

Aristotel ar fi nedumerit dacă ar auzi că este descris drept om de știință; el era un filosof în sensul literal al cuvântului, adică un iubitor de înțelepciune. Dar și-a petrecut viața încercând să înțeleagă lumea din jurul lui în feluri pe care noi astăzi le-am descrie drept științifice. Viziunea lui despre Pământ, ființe și cer ne-a influențat înțelegerea mai bine de 1 500 ani. Alături de Galen, se ridică deasupra tuturor gânditorilor antici. A construit pe ceea ce exista deja, dar nu a fost un filosof epigon. S-a aplecat asupra lumii naturale, încercând să o înțeleagă.

Putem împărți știința sa astfel: lumea vie (plantele și animalele, inclusiv oameni); natura mișcării sau mișcarea, care este în mare parte explicată într-una din scrierile sale, Fizica; și structura cerului sau relația Pământului cu Soarele, Luna, stelele și alte corpuri cerești.

Aristotel a petrecut multă vreme studiind cum sunt alcătuite plantele și animalele și cum funcționează. Voia să știe cum se dezvoltă înainte de naștere, de ecloziune sau de germinare, iar apoi cum cresc. Nu avea microscop, dar vederea lui era evident excelentă. A descris sclipitor felul în care se dezvoltă puii într-un ou. După ce găinile depuneau un rând de ouă, spărgea câte unul în fiecare zi. Primul semn de viață pe care l-a văzut a fost un mic strop de sânge pulsând în ceea ce devine mai apoi inima puiului. Acest lucru l-a convins că inima era organul-cheie al animalelor. Credea că inima era centrul emoțiilor și a ceea ce am numi noi astăzi viața mentală. Platon (și hipocraticii) au localizat aceste funcții psihologice în creier, și au avut dreptate. Cu toate acestea, când suntem speriați, nervoși sau îndrăgostiți, inima bate mai tare, așa că teoria lui Aristotel nu era lipsită de noimă. El a atribuit funcțiile animalelor superioare, cum ar fi ființele umane, activităților unui „suflet“ care avea diferite capacități. La oameni, sufletul

are șase capacități principale: nutriția și reproducerea, senzația, dorința, mișcarea, imaginația și rațiunea.

Toate ființele vii au câteva dintre aceste capacități. De pildă, plantele pot crește și se pot reproduce; insectele precum furnica se pot și mișca și pot simți. Alte animale mai mari și mai inteligente primesc mai multe funcții, dar Aristotel credea că numai ființele umane pot raționa, adică pot gândi, analiza și decide cursul unei acțiuni. Prin urmare, ființele umane se află în vârf pe scala naturae („scara naturii“ sau „lanțul ființei“) a lui Aristotel. E un fel de scară pe care puteau fi aranjate toate lucrurile vii, începând de jos, de la cele mai simple plante, și urcând progresiv. Ideea a fost preluată de nenumărate ori de diferiți naturaliști, oameni care studiază natura, mai ales plantele și animalele. Ne vom opri la toate acestea în ultimele capitole.

Aristotel a găsit o bună modalitate de a-și da seama cum stau lucrurile cu diferitele părți ale plantelor sau ale animalelor, cum ar fi frunzele, aripile, stomacul ori rinichii. A presupus că structura fiecărei părți a fost proiectată pentru o anumită funcție. Astfel, aripile erau concepute pentru zbor, stomacul, pentru digerarea mâncării, iar rinichii, pentru procesarea urinei. Acest gen de raționament este numit teleologic: telos este cauza finală, iar această modalitate de gândire se concentrează asupra a ceea ce sunt lucrurile și ce fac. Gândiți-vă la o cană sau la o pereche de pantofi. Ambele au forma pe care o au pentru că persoana care le-a făcut a avut un scop specific în minte: să păstreze lichidul de băut, respectiv, să protejeze picioarele în timpul mersului. Raționamentul teleologic va apărea mai târziu în această carte, nu numai pentru a explica de ce plantele și animalele au părțile pe care le au, ci și aplicat în lumea fizică mai vastă.

Plantele germinate și animalele se nasc, cresc și mor. Anotimpurile vin și trec cu regularitate. Dacă scapi ceva, cade pe pământ. Astfel de lucruri dorea Aristotel să explice. Două idei erau foarte importante pentru el: „potențialitate“ și „actualitate“. S-ar putea ca părinții sau profesorii să vă fi spus să vă atingeți potențialul: aceasta înseamnă, de obicei, ceva de genul să luați cele mai bune note cu puțință la teste sau să alergați într-o cursă cât de repede puteți. Este o parte a ideii lui Aristotel, numai că el a văzut un alt fel de potențial în lucruri. În concepția lui, o grămadă de cărămizi are potențialul de a deveni o casă și o bucată de piatră are potențialul de a deveni o statuie. Construirea și sculptarea transformă aceste obiecte neînsufleteite

dintr-un fel de potențialitate într-un fel de lucruri finalizate, în „actualitate“. Actualitatea este punctul terminus al potențialității, cel în care lucrurile cu potențialitate își găsesc starea „naturală“. De pildă, când lucrurile cad – ca merele din pom –, Aristotel credea că ele își caută starea „naturală“, care este pe pământ. Un măr nu își va desface brusc aripile și nu își va lua zborul doar pentru că mărul și multe alte lucruri din lumea noastră caută pământul; și apoi un măr zburător ar fi foarte nefiresc. Apoi acest măr căzut se poate schimba în continuare, mai precis va putrezi dacă nu-l ridică nimeni să-l mănânce; numai că și putrezirea e o parte a ciclului creșterii și descompunerii mărului. Dar numai prin cădere și-a atins actualitatea aceasta. Până și păsările se întorc pe pământ după ce se avântă în văzduh.

Dacă locul „natural“ de ședere a lucrurilor este Pământul, ce facem cu Luna, Soarele, stelele și planetele? Ele sunt acolo, sus, ca un măr care atârână în copac sau ca un bolovan pe buza unei prăpăstii, dar nu cad niciodată pe pământ. Și acesta e un lucru bun. Răspunsul lui Aristotel a fost simplu. Schimbarea se întâmplă întotdeauna, începând cu fazele descrescătoare ale Lunii. Asta pentru că lumea este compusă din patru elemente: foc, aer, pământ și apă (iată și proprietățile lor: fierbinte și uscat, focul; fierbinte și umed, aerul; rece și uscat, pământul; rece și umedă, apa). Dar lucrurile de deasupra Lunii sunt făcute dintr-un al cincilea element, neschimbător, chintesența („a cincea esență“). Corpurile cerești se deplasează veșnic într-o mișcare circulară, perfectă. Universul lui Aristotel umple un spațiu fixat, dar nu și un timp fixat. Soarele, Luna și stelele se mișcă de o eternitate în jurul Pământului, care plutește în centrul tuturor. E un paradox foarte frumos aici pentru că Pământul care este centrul, este și singura parte a universului în care poate avea loc schimbarea și descompunerea.

În primul rând, ce produce această mișcare în jurul Pământului? Aristotel era foarte preocupat de cauză. A dezvoltat o schemă pentru a încerca să explice cauzele și le-a împărțit în patru tipuri. Acestea erau: cauze materiale, formale, eficiente și finale. S-a gândit apoi că activitățile umane, la fel ca toate câte se întâmplă în lume, pot fi descompuse și înțelese în același fel. Gândiți-vă că vreți să faceți o statuie dintr-un bloc de piatră. Piatra însăși este cauza materială, sau materia din care este făcută ea. Persoana care face statuia așază lucrurile într-o anumită manieră, formală, astfel încât statuia să capete formă. Cauza eficientă este actul de a sculpta piatra pentru a face forma. Cauza finală este ideea pe care o are sculptorul în minte – o formă de

câine sau de cal, să zicem – și care a fost planul cu care a început întreaga activitate.

Știința a avut întotdeauna de-a face cu cauze. Oamenii de știință vor să știe ce se întâmplă și de ce. Din ce cauză o celulă începe să se dividă la nesfârșit, pentru ca în final un om să dezvolte un cancer? De ce toamna frunzele devin maro, galbene și roșii, când toată vara au fost verzi? De ce crește pâinea când pui drojdie în ea? Acestea și multor altor întrebări asemănătoare li se poate răspunde în termeni de „cauze“ variabile. Uneori răspunsurile sunt destul de simple; alteori sunt foarte complicate. De cele mai multe ori, oamenii de știință se ocupă cu ceea ce Aristotel numește cauzele eficiente, dar cauzele materiale și formale sunt și ele importante. Cauza finală ridică un alt set de întrebări. În experimentele științifice de astăzi, cercetătorii se mulțumesc mai curând să explice procesele decât să caute o explicație mai complicată sau cauza finală, care ține mai curând de religie sau de filosofie.

Dar în vremea sa, în secolul al IV-lea î.Hr., Aristotel credea că aceste cauze finale fac parte din imaginea de ansamblu. Privind universul ca pe un întreg, Aristotel a susținut că trebuia să existe o cauză finală care inițiasse întregul proces de mișcare. Și a numit-o „mișcătorul nemișcat“, iar mai târziu multe religii (creștinismul, iudaismul sau islamismul, de exemplu) au identificat această forță cu zeul lor. Acesta este unul dintre motivele pentru care Aristotel este și astăzi considerat un gânditor de seamă. El a creat o perspectivă asupra lumii care a dominat știința aproape 2 000 de ani.

Capitolul 6. Doctorul împăratului: Galen



Galen (129–cca 210) era foarte inteligent și nu s-a sfiit să spună asta. Mâzgălea tot timpul, iar scrierile sale erau pline de opiniile și de realizările lui. Multe dintre cuvintele sale au ajuns până la noi, mai multe decât ale

oricărui alt gânditor din Antichitate, ceea ce dovedește că oamenii îl prețuiau foarte mult pe Galen. Există 20 de volume dolofane care pot fi citite, dar el a scris de fapt mult mai multe. Deci, știm mai multe despre Galen decât despre majoritatea celorlalți gânditori antici. Ne ajută faptul că Galen a adorat să scrie despre sine.

Galen s-a născut în Pergam, acum parte a Turciei, dar la vremea aceea o provincie a Imperiului Roman. Tatăl său era un arhitect prosper, foarte devotat talentatului său fiu, oferindu-i o educație solidă (în Grecia) care includea filosofia și matematica. Cine știe ce s-ar fi întâmplat dacă tatăl lui nu ar fi avut o viziune în somn, care i-a spus că fiul său e sortit să devină doctor? Galen și-a schimbat domeniul de studiu și s-a apucat de medicină. După moartea tatălui său, trezindu-se destul de înstărit, a petrecut mai mulți ani călătorind și învățând, stând multă vreme în faimoasa bibliotecă din Alexandria, în Egipt.

Când s-a întors în Pergam, Galen a devenit medicul gladiatorilor – bărbați aleși să distreze lumea bună a cetății luptând unul cu altul, înfruntând lei și alte fiare în arenă. Îngrijirea lor era o sarcină importantă, căci bieții oameni trebuiau pansați între spectacole, ca să poată continua să lupte. Conform spuselor sale, Galen a avut mare succes. A avut, desigur, și experiențe dramatice în tratarea chirurgicală a rănilor. Dar a dobândit și o reputație considerabilă în rândul bogaților și, în jurul anului 160, a plecat la Roma, capitala imperiului. A început să scrie despre anatomie (studiul structurilor corpului oamenilor și animalelor) și fiziologie (studiul funcțiilor pe care le au aceste structuri). A participat și la o campanie militară alături de împăratul Marcus Aurelius. Acesta era autorul faimoasei serii de Meditații, iar în timpul lungii campanii cei doi bărbați au avut ocazia să discute despre filosofie. Un flux important de pacienți importanți a fost direcționat spre el și, dacă e să dăm crezare relatărilor lui Galen însuși, i-a vindecat pe toți cei care puteau fi vindecați.

Eroul medical al lui Galen era Hipocrate, chiar dacă acesta era mort de mai bine de 500 de ani. Galen se vedea pe sine completând și extinzând moștenirea magistrului și, în numeroase feluri, exact asta a și făcut. A comentat multe dintre lucrările hipocratice și a considerat mereu că scrierile care se apropie cel mai mult de propriile idei sunt cele ale lui Hipocrate însuși. Comentariile lui la hipocratici sunt în continuare prețioase, nu în

ultimul rând pentru că Galen era un expert lingvistic cu un ochi foarte bun pentru schimbarea sensurilor cuvintelor. Mai important însă, el este cel care a pus doctrina hipocratică a umorilor în forma care a fost folosită mai bine de 1 000 de ani. Vă dați seama cât de influent a fost!

Ideea de echilibru și de dezechilibru al umorilor a fost centrală în practica medicală a lui Galen. Ca și Hipocrate, credea că cele patru umori – sângele, bila galbenă, bila neagră, flegma – erau, în feluri aparte, calde sau reci și umede sau uscate. Pentru a trata o boală, trebuie să alegi un remediu „opus“, dar care să aibă și aceeași intensitate. Astfel, bolile care erau fierbinți și umede în stadiul trei, să zicem, erau tratate cu un remediu rece și uscat de stadiul trei. De pildă, dacă pacientului îi curgea nasul și avea frisoane, se foloseau leacuri și mâncare care usucă și încălzesc. Prin reechilibrarea umorilor, se putea restabili starea „neutră“ de sănătate. Toate acestea sunt foarte logice și simple, dar în practică lucrurile erau mai complicate. Doctorii trebuiau să afle cât mai multe despre pacienții lor și să le administreze remediile cu grijă. Galen era primul care arăta cu degetul spre doctorii care greșeau, în așa fel încât să se asigure că toată lumea știe că terapiile și diagnosticele sale sunt mai bune. Era un doctor viclean, foarte popular, care acorda mare atenție atât aspectelor mentale ale sănătății și bolii, cât și celor fizice. Odată a diagnosticat un caz de „lingoare amoroasă“: o tânără devenea lipsită de vlagă și apoi agitată ori de câte ori un dansator frumos avea spectacol în orașul ei.

Galen a inventat și practica de a lua pulsul pacientului, un lucru pe care doctorii îl fac și astăzi. A scris un tratat despre felul în care pulsul – lent sau rapid, puternic sau slab, regulat sau neregulat – ar putea fi util în diagnosticarea bolii, chiar dacă nu avea nici o idee despre circulația sângelui.

Galen a fost mai interesat de anatomie decât Hipocrate. A deschis cadavre de animale și a examinat schelete umane ori de câte ori a putut. Disecarea cadavrelor umane nu era privită cu ochi buni în societățile antice, așa că Galen nu a putut face acest lucru, deși credem că unii medici au primit permisiunea de a examina trupurile criminalilor condanțați imediat după execuție. Galen a aflat despre anatomia umană disecând animale precum porci și maimuțe; uneori, dacă avea noroc, descoperea câte un cadavru în putrefacție sau cu răni întinse care expuneau structura pielii, mușchii și oasele. Oamenii de știință încă folosesc animale în cercetările lor, dar trebuie

să fie foarte preciși în prezentarea felului în care obțin informațiile. Galen uita adesea să menționeze de unde își lua datele, așa că lucrurile pot fi puțin confuze.

Pentru Galen, anatomia în sine era un subiect foarte important, dar la fel de fundamental era să înțeleagă ce fac, de fapt, organele corpului. Unul dintre cele mai importante tratate ale sale se numește Despre utilizările părților corpului, care analiza structurile „părților” sau ale organelor și rolul pe care-l jucau în funcționarea întregului corp uman. Galen a presupus, cum ați presupune și voi, că fiecare parte face ceva, altfel nu ar fi acolo. (Mă îndoiesc că a văzut vreodată un apendice uman. Acea parte micuță a sistemului digestiv probabil ne-a ajutat cu foarte, foarte multă vreme în urmă să digerăm plantele, dar acum nu mai are o funcție.)

În centrul tuturor funcțiilor corporale era substanța pe care grecii o numeau pneuma. „Pneuma” nu este ușor de tradus: vom folosi „spirit”, dar cuprinde și ideea de „aer”; în vremurile moderne, numeroși termeni medicali precum „pneumologie” derivă din acest cuvânt. Pentru Galen, corpul conține trei feluri de pneuma, iar înțelegerea rolului fiecăreia era esențială pentru înțelegerea felului în care funcționează corpul uman. Cel mai elementar tip de pneuma era asociat cu ficatul și era interesat de nutriție. Ficatul, credea Galen, putea scoate materia din stomac – după ce a fost mâncată și digerată –, o transforma în sânge și apoi o infuza cu spirit „natural”. Acest sânge din ficat curgea după aceea în tot corpul prin vene, hrănind mușchii și alte organe.

O parte din acest sânge trecea de la ficat în inimă printr-o venă mare, numită vena cava, iar aici era rafinat cu un alt spirit, cel „vital”. Inima și plămânii lucrau împreună în acest proces, o parte din sânge trecând prin artera pulmonară (din partea dreaptă a inimii) în plămâni. Acolo hrănea plămânii și se amesteca cu aerul pe care-l respirăm prin aceștia. Între timp, o parte din sângele din inimă trecea din partea dreaptă în partea stângă prin partea mediană a inimii (septum). Acest sânge era de un roșu strălucitor pentru că, credea Galen, era infuzat cu spirit vital. (Galen și-a dat seama că sângele din artere are o culoare diferită de cel din vene.) Din partea stângă a inimii, sângele ieșea prin aortă, artera mare care ducea sângele din camera stângă – sau ventricul – a inimii, ca să încălzească corpul. În ciuda faptului că acorda o mare importanță sângelui în viața unui individ, Galen nu și-a dat seama că

sângele circulă, așa cum avea să descopere William Harvey, aproape 1 500 de ani mai târziu.

În schema lui Galen, o parte din sângele de la inimă se ducea și la creier, unde se amesteca cu al treilea tip de pneuma, spiritul „animal“. Acesta era cel mai rafinat tip de spirit. El conferea creierului propriile funcții speciale și curgea prin nervi, permițându-ne să ne mișcăm folosindu-ne mușchii și să experimentăm lumea exterioară folosindu-ne simțurile.

Sistemul de spirite în trei părți al lui Galen, fiecare asociat cu organe importante (ficat, inimă, creier) a fost acceptat mai bine de 1 000 de ani. Merită să amintim că Galen a folosit acest sistem în primul rând pentru a explica cum funcționează corpul nostru când suntem sănătoși. Când se ocupa de pacienți bolnavi, continua să se bazeze pe sistemul de umori recomandat de hipocratici.

Galen a scris și despre multe alte aspecte ale medicinei, cum ar fi medicamentele și proprietățile lor, bolile unor organe speciale precum plămâni, igiena sau cum să ne menținem sănătatea, precum și despre relațiile dintre mintea și corpul nostru. Gândirea lui era foarte complexă. Pe scurt, el credea că un doctor trebuie să fie atât filosof, cât și investigator: un gânditor și un experimentator. A susținut că medicina trebuie să fie, mai presus de toate, o știință rațională și a acordat mare atenție celor mai bune modalități de a dobândi cunoștințe valoroase, de încredere. Doctorilor de după el, care s-au considerat ei înșiși oameni de știință învățați, le-a plăcut amestecul lui Galen de sfaturi practice (bazate pe îndelungată sa experiență) și gândire curajoasă. Nici un doctor din Occident nu a exercitat, niciodată în istorie, o asemenea influență, o perioadă atât de lungă.

Există mai multe motive pentru acest rol al lui Galen. Mai întâi, avea o foarte bună părere despre Aristotel, așadar cei doi sunt adesea analizați împreună. Ca și Aristotel, Galen a fost un gânditor profund și un investigator entuziast al lumii. Amândoi credeau că lumea a fost proiectată și lăudau Proiectantul. Galen nu era creștin, dar credea într-un zeu unic, așa că a fost ușor pentru comentatorii creștini timpurii să-l includă în grupul lor. Încrederea lui însemna că avea un răspuns pentru toate. Ca mulți care scriu un număr mare de cărți într-o perioadă îndelungată, nu a fost mereu la fel de

consecvent, dar întotdeauna a fost cât se poate de categoric în opiniile lui. Epigonii îl vor numi „divinul Galenus“, o etichetă de care ar fi fost mândru.

Capitolul 7. Știința în Islam



Galen nu a trăit să vadă declinul Imperiului Roman care, până în anul 307 d.Hr., s-a scindat. Noul împărat, Constantin (280–337), și-a mutat centrul de putere la est, la Constantinopol, astăzi Istanbul, în Turcia modernă. Aici el

avea să fie mai aproape de partea estică a Imperiului, de pământurile pe care acum le numim Orientul Mijlociu. Învățăturile și înțelepciunea cuprinse în manuscrisele elene și latine, precum și învățații care le puteau descifra au început să se mute spre est.

O religie nouă înflorea în Orientul Mijlociu: islamul, care urma învățăturile marelui profet Mahomed (570–632). Islamul va ajunge să domine cea mai mare parte a Orientului Mijlociu și a Africii de Nord, ajungând chiar mult mai departe, în Spania și Asia de Est; dar, la două secole după moartea lui Mahomed, noua religie era limitată la Bagdad și alte câteva așezări din regiune. Toți învățații musulmani studiau Coranul, textul religios central al islamului. Totuși mulți dintre ei erau interesați de numeroasele manuscrise care fuseseră aduse după asaltul asupra Romei, în 455. În Bagdad s-a înființat o „Casă a Înțelepciunii“, care încuraja tinerii ambițioși să vină și să participe la traducerea și studierea acestor manuscrise vechi.

Multe dintre aceste manuscrise erau încă în greaca veche originală sau în latină, dar altele fuseseră deja traduse în limbile din Orientul Mijlociu. Lucrările lui Aristotel, Galen, Euclid și ale altor gânditori din vechea Grece erau toate traduse, ceea ce era foarte bine, mai ales că de atunci multe dintre versiunile originale au dispărut. Fără învățații islamici, nu am ști nici jumătate din câte știm despre strămoșii noștri preocupați de știință. Ba mai mult chiar: traducerile lor alcătuiesc temelia științei și a filosofiei europene după anul 1100.

Știința islamică se întinde de la est la vest, la fel ca și pământurile musulmane. Aristotel și Galen erau la fel de admirați în regiunile islamice cum erau și în Europa; Aristotel și-a croit cale în filosofia islamică, în timp ce Galen a devenit maestrul teoriei și practicii medicale. Între timp, în vest au pătruns idei din India și China. Hârtia adusă din China ușura mult producerea manuscriselor, deși acestea tot de mână trebuiau copiate, iar greșelile erau la ordinea zilei. Din India au venit cifrele de la 1 la 9, ideea de 0 și de „ținerea locului“, toate inventate de matematicienii indieni. Europeanii puteau calcula folosind cifrele romane – cum ar fi I, II sau III – dar era dificil, chiar dacă era ceva cu care oamenii se obișnuiseră. E mai simplu să scrii 4 x 12 decât IV x XII, nu-i așa? Când europenii au transcris aceste lucrări islamice în latină, au numit aceste cifre „arabe“; la drept vorbind, ar fi trebuit să le spună „indiano-arabe“, dar era prea complicat. Cuvântul

„algebră“ vine din termenul al-jabr din titlul unei scrieri traduse pe scară largă a unui matematician arab din secolul al IX-lea. Mai multe despre algebră, în Capitolul 14.

Învățații islamici au făcut descoperiri și observații semnificative. Dacă ați urcat vreodată pe un munte sau ați fost într-o regiune aflată mult deasupra nivelului mării, s-ar putea să știți că respirația devine tot mai greoaie pe măsură ce aerul se rarefiază. Dar cât de sus ar trebui să urcați ca să nu mai puteți respira deloc? Cu alte cuvinte, cât de sus este atmosfera, stratul de aer respirabil care înconjoară Pământul? În secolul al XI-lea, Ibn Mu'adh a descoperit o cale inteligentă de a afla. A presupus că asfințitul – adică atunci când Soarele a apus, dar cerul este încă luminos – este posibil pentru că razele Soarelui care se sting sunt reflectate de vaporii de apă de la mare înălțime, din atmosferă. (Mulți învățați islamici erau interesați de astfel de iluzii provocate de lumină.) Observând cât de repede dispare Soarele de pe cerul serii, a presupus că Soarele la asfințit era la 19 grade sub linia orizontului. Din acest punct a calculat că înălțimea atmosferei era de 83,6 kilometri; nu prea departe de cei 99,7 kilometri pe care îi considerăm corecți astăzi. Simplu, dar foarte impresionant.

Și alți învățați islamici au cercetat reflecția luminii într-o oglindă sau straniul efect al luminii care trece prin apă. (Puneți un creion într-un pahar pe jumătate plin cu apă: arată ca și cum ar fi îndoit, nu?) Mulți filosofi greci au presupus că faptul de a vedea lucruri implică lumina care iese din ochi, lovește obiectul care este văzut și ricoșează înapoi. Învățații islamici au favorizat o abordare mai modernă, aceea că ochiul primește lumina de la lucrurile pe care le vedem, pe care ulterior creierul le interpretează. Altminteri, după cum au subliniat ei, cum am putea vedea pe întuneric?

În Orientul Mijlociu mulți chiar vedeau în întuneric: astronomii lor se uitau la stele, iar hărțile și tabelele lor cu cerul nopții erau mai bune decât cele ale astronomilor occidentali. Totuși și ei credeau că Pământul este în centrul universului, dar doi astronomi islamici, al-Tusi din Persia și Ibn al-Shatir din Siria au făcut diagrame și o serie de calcule care se vor dovedi foarte importante pentru astronomul polonez Copernic, 300 de ani mai târziu.

Medicina are însă cel mai mare impact asupra gândirii europene, mai mult decât alte științe islamice. Hipocrate, Galen și alți doctori greci au fost

traduși și comentați cu dăruire; dar mulți doctori islamici și-au făcut un nume personal. Rhazes (cca 854–cca 925), așa cum este cunoscut în Occident, a scris lucrări importante și pe alte teme în afara medicinei, dar a lăsat și o descriere fidelă a variolei, o boală foarte temută, care își omora adesea victimele sau îi însemna pe viață pe cei care supraviețuiau. Rhazes a făcut diferența dintre variolă și pojar, care este tot o boală a copilăriei pe care o pot face și adulții. Ca și variola, pojarul provoacă mâncărime și febră. Din fericire, variola este eradicată acum ca urmare a unei campanii internaționale a Organizației Mondiale a Sănătății (OMS) de protejare a populației prin vaccinare. Ultimul caz cunoscut a apărut în 1997. Rhazes ar fi fost mulțumit.

Avicenna (980–1037) a fost cel mai influent doctor islamic. Ca mulți alți învățați islamici eminenți, s-a preocupat de numeroase domenii: nu numai medicină, ci și de filosofie, matematică și fizică. Ca om de știință, Avicenna a dezvoltat ideile lui Aristotel despre lumină și i-a adus corecții lui Galen în numeroase puncte. Cartea sa, Canonul științei medicale, a fost prima scriere în arabă tradusă în latină; a fost folosită ca manual în școlile europene de medicină aproape 400 de ani. Este folosită și astăzi în unele țări islamice, ceea ce nu este tocmai un lucru bun, întrucât acum e din păcate depășită.

Timp de peste 300 de ani, în țările islamice s-a realizat cea mai semnificativă activitate filosofică și științifică. În timp ce Europa dormea, Orientul Mijlociu (și Spania islamică) era ocupat. Cele mai importante orașe erau Bagdad, Damasc, Cairo și Cordoba (în Spania). Acestea au o caracteristică comună: conducători luminați care apreciază și chiar finanțează cercetarea și sunt toleranți față de învățații de toate credințele. Prin urmare, la această mișcare au contribuit și creștinii și evreii, alături de musulmani. Nu toți conducătorii islamici erau încântați că se puteau obține cunoștințe din orice sursă; unii susțineau că tot ceea ce trebuie să știe o persoană se găsea în Coran. Aceste tensiuni continuă și astăzi. Știința a fost întotdeauna puternică în culturile deschise la nou, dat fiind că încercarea de a afla mai multe despre lume poate aduce surprize.

Capitolul 8. Ieșirea din întuneric



Ne așteptăm ca oamenii de știință să descopere lucruri noi, iar știința să fie în permanentă schimbare. Dar cum ar arăta știința dacă am crede că totul a

fost deja descoperit? A fi un om de știință faimos s-ar putea reduce la pură și simplă citire a descoperirilor altora.

În Europa, după căderea Imperiului Roman în 476 d.Hr., această privire îndărăt a devenit norma. La vremea aceea, creștinismul devenise religia oficială a imperiului (Constantin a fost primul împărat care s-a convertit la creștinism) și exista o singură carte care conta: Biblia. Sfântul Augustin (354–430), unul dintre cei mai influenți gânditori creștini timpurii, a pus problema în termenii următori: „Adevărul e mai degrabă în ceea ce ne dezvăluie Dumnezeu decât în presupunerile oamenilor care bâjbâie“. Nu era loc acolo pentru învățații care „bâjbâiau“ după cunoaștere; anticii descoperiseră tot ce era de descoperit în știință și în medicină. În plus, era mult mai important să te concentrezi să ajungi în Rai și să eviți Iadul. A fi om de știință putea însemna a-i studia pur și simplu pe Aristotel și pe Galen. Și asta din jurul anului 500 până în 1000, deși era destul de dificil, pentru că foarte puține scrieri din lumea clasică greacă și latină erau disponibile. Ca să nu mai spunem că nu foarte mulți oameni știau să citească.

Triburile germanice care au jefuit Roma în 455 au adus și câteva lucruri folositoare cu ei. Faptul că purtau pantaloni în loc de togi a fost unul dintre ele (deși femeile au trebuit să mai aștepte ceva vreme). La fel și culturile de cereale noi, cum ar fi orzul și secara, precum și obiceiul de a mânca unt în loc de ulei de măsline. Au existat și câteva inovații tehnologice în acea jumătate de veac „neagră“: s-au pus la punct noi modalități de a crește recoltele și de a ara pământul. Construirea de biserici și de catedrale a încurajat meșteșugarii și arhitecții să experimenteze stiluri noi și să găsească modalități mai adecvate de a distribui greutatea pietrei și a grinzilor. Aceasta a însemnat că au putut construi catedrale și mai mari, mai impresionante, iar câteva dintre aceste construcții încă ne taie răsuflarea. Sunt dovada vie că nici măcar epoca numită „Evul Mediu Întunecat“ nu a fost lipsită de lumină.

Odată cu apropierea celui de-al doilea mileniu al erei creștine, și descoperirile și-au regăsit ritmul. Sfântul Toma de Aquino (1225–1274) a fost cel mai mare teolog medieval. L-a admirat nespus pe Aristotel și a articulat gândirea creștină pe știința și pe filosofia aristotelică. Aristotel, alături de Galen, Ptolemeu și Euclid au modelat mintea medievală. Scrierile lor trebuiau traduse, editate și comentate. La început, mare parte din aceste

activități aveau loc în mănăstiri, dar treptat s-au mutat în universități, care au apărut tot în această perioadă.

Grecii au avut școli: Aristotel a studiat la Academia magistrului său, Platon, iar mai târziu și-a înființat propria școală. Casa Înțelepciunii din Bagdad era, la fel, un loc în care oamenii veneau să studieze și să învețe. Dar noile universități din Europa erau diferite, iar multe dintre ele au supraviețuit până în ziua de azi. Multe au fost înființate de Biserică, dar în unele locuri comunități de oameni bogați au ajutat cetățile și orașele să își înființeze propriile universități. Papa a autorizat întemeierea mai multor astfel de instituții în sudul Italiei. Universitatea din Bologna (înființată în jurul lui 1180) a fost prima care și-a deschis porțile, dar, după nici un secol, apăruseră universități la Padova, Montpellier, Paris, Köln, Oxford și Cambridge. Numele „universitate“ vine din cuvântul latin care înseamnă „întreg“, căci, într-adevăr, aceste instituții trebuiau să acopere întreaga cunoaștere omenească. De obicei aveau patru școli sau „facultăți“: teologie, desigur (Aquino numea teologia „regina științelor“), drept, medicină și arte. Inițial, facultățile de medicină s-au bazat foarte mult pe Galen și Avicenna. Studenții la medicină învățau și astrologie, din cauza convingerii răspândite în puterea stelelor de a-i afecta pe oameni, în bine și-n rău. Matematica și astronomia – pe care astăzi le-am considera domenii foarte științifice – se predau la facultățile de arte. Opera vastă a lui Aristotel era studiată în toate facultățile.

Mulți dintre „oamenii de știință“ din Evul Mediu erau fie medici, fie teologi, și majoritatea lucrau la noile universități. Facultățile de medicină dădeau absolvenților diplome – doctor în medicină sau licențiat în medicină – și se făcea astfel distincția între medici și chirurghi, apotecari (farmaciști) și alți practicanți ai medicinei care învățaseră meserie pe alte căi. Educația universitară nu-i făcea în mod necesar pe medici mai interesați de descoperirea de lucruri noi (preferau să se bazeze pe Galen, Avicenna și Hipocrate). Dar, din jurul anului 1300, profesorii de anatomie au început să disece cadavrele pentru a le arăta studenților organele interne, iar uneori se făceau autopsii asupra cadavrelor celor de neam nobil sau atunci când apărea o moarte suspectă (sau în ambele cazuri). Aceste demersuri nu i-au făcut pe medici mai pricepuți în tratarea bolilor, mai ales nu pe cei care lucrau în comunități.

Ceea ce astăzi numim Moartea Neagră, o formă de ciumă, a intrat prima dată în Europa în 1340. Probabil că a venit din Asia, pe rutele comerciale, și, în trei ani, cât a durat epidemia, a ucis aproape o treime din populația Europei de la acea vreme. Ca și cum asta nu ar fi fost de ajuns, a revenit zece ani mai târziu și apoi cu o regularitate deprimantă pentru următorii 400 de ani. Unele comunități au înființat spitale speciale pentru bolnavii de ciumă (spitalele, ca și universitățile, sunt darul medievalilor pentru noi), iar în unele locuri au fost înființate consilii de sănătate. Ciuma a dus și la introducerea carantinei în cazurile în care boala era considerată contagioasă. „Carantină” vine de la cifra 40 (în italiană quaranta), adică numărul de zile pentru care persoana bolnavă sau suspectată de boală era plasată în izolare. Dacă în aceste 40 de zile individul se recupera sau nu dădea semne de boală, putea fi eliberat. Scriitorul William Shakespeare s-a născut la Stratford-upon-Avon într-un an de ciumă în Anglia (1564), iar cariera lui a fost întreruptă de mai multe ori, când epidemiile de ciumă obligau teatrele să se închidă. Mercutio, un personaj din piesa Romeo și Julieta, spune: „Ciuma să se abată peste casele voastre!”, pentru a condanga astfel cele două familii aflate în război. Publicul trebuie să fi înțeles foarte bine ce însemna asta. Cei mai mulți medici credeau că ciuma era o boală nouă, sau cel puțin una despre care Galen nu scrisese, așa că trebuiau să se descurce fără recomandările lui: remediile includeau sângerarea terapeutică și medicamente care făceau bolnavul să transpire sau să vomite, leacuri populare și pentru alte boli la acea vreme. La urma urmelor, nici Galen nu le știa chiar pe toate.

Și se pare că nici Aristotel. Ideile lui despre motivul pentru care ceva se mișcă prin aer au fost amplu discutate de Roger Bacon (cca 1214–1294), de la Universitatea Oxford, și de către Jean Buridan (cca 1295–cca 1358), de la Universitatea din Paris, precum și de mulți alții. Era numită „o problemă impetuoasă” și trebuia rezolvată. Să luăm, de exemplu, arcul și săgețile. Săgețile zboară pentru că tragem coarda arcului și îi dăm drumul repede, împingând astfel săgeata prin aer. Am aplicat o forță și i-am oferit momentum (un concept despre care vom vorbi mai târziu). Bacon și Buridan au numit aceasta impetus și și-au dat seama că Aristotel nu are o explicație corectă pentru faptul că, cu cât tragem mai în spate coarda arcului, cu atât mai departe va zbura săgeata. Aristotel spune că mărul va cădea pe pământ din cauza locului lui „natural” de repaus. Și săgeata va ajunge în cele din urmă pe pământ, și totuși Aristotel a spus că ea se mișcă numai pentru că

există o forță în spatele ei. Așadar, dacă exista o forță când săgeata părăsea arcul, de ce această forță pare a se epuiza?

Aceasta și probleme similare i-au făcut pe unii să creadă că Aristotel nu avea chiar toate răspunsurile corecte. Nicolas Oresme (cca 1320–1382), un om al bisericii care a lucrat în Paris, Rouen și în alte locuri din Franța, și-a pus din nou întrebări despre succesiunea zilelor și a nopților. Și s-a gândit dacă nu cumva, în loc ca Soarele să se învârtă în jurul Pământului la fiecare 24 de ore, poate Pământul însuși se rotește în jurul axei sale pe durata unei zile. Oresme nu a pus la îndoială ideea lui Aristotel că Pământul e în centrul universului sau că Soarele și planetele se învârt în jurul Pământului. Dar poate că era o călătorie foarte lentă (poate Soarele avea nevoie de un an ca să descrie un cerc complet!), în vreme ce Pământul, în centrul universului fiind, se învârtea mai rapid.

Aceste idei erau noi, dar acum 700 de ani oamenii nu credeau că ideile noi erau în mod necesar bune. Preferau oricând sistemele complete, ordonate, limpezi. Acesta este unul dintre motivele pentru care atât de mulți învățați au scris ceea ce numim astăzi „enciclopedii”: lucrări mari, care luau toate operele lui Aristotel și ale altor maeștri antici, le puneau laolaltă, sintetizându-le în tomuri uriașe. „Un loc pentru toate și toate la locul lor” ar putea fi motto-ul acestei perioade. Dar încercarea de a găsi un loc pentru toate i-a făcut pe unii să își dea seama că existau în continuare mistere care trebuiau rezolvate.

Capitolul 9. În căutarea pietrei filosofale



Ce-ați face dacă v-ați putea transforma doza de Cola din aluminiu în aur curat? Probabil ați preschimba-o, dar, dacă toată lumea ar putea face asta, nu ar mai fi cine știe ce lucru uluitor, tocmai pentru că ar fi ceva obișnuit și fără

prea mare valoare. Mitul grecesc despre regele Midas, căruia i s-a îndeplinit dorința de a preschimba în aur tot ceea ce atinge, ne amintește că omul nu a fost prea isteț. Nici măcar de mâncat nu mai putea, căci de îndată ce punea mâna pe pâine, se transforma în aur.

Regele Midas nu a fost singurul care a crezut că aurul era special. Oamenii l-au prețuit întotdeauna, parțial grație culorii și aspectului minunat și parțial pentru că era scump și numai regii sau oamenii foarte bogați și-l puteau permite. Dacă cineva ar fi descoperit cum să facă aur din materiale comune – fier sau plumb, de pildă, sau chiar argint –, și-ar fi asigurat averea și faima pentru toată viața.

A face aur în acest fel a fost unul dintre scopurile unei științe timpurii numite alchimie. Dacă eliminați „al” din alchimie, obțineți varianta „chimie”; la drept vorbind, cele două sunt legate, deși astăzi nu am numi alchimia știință, mai ales din cauza legăturilor întunecate cu magia și cu credințele religioase. Totuși în trecut era considerată o activitate respectabilă. În timpul liber, Isaac Newton (Capitolul 16) cocheta cu alchimia, cumpărându-și tot felul de cântare, sticle de cele mai ciudate forme și multe alte echipamente. Cu alte cuvinte, și-a făcut un mic laborator de chimie.

Poate ați fost într-un laborator sau ați văzut unul în fotografii ori în filme. Numele înseamnă pur și simplu un loc în care „muncești”. Odată, laboratoarele erau locul unde munceau alchimiștii. Alchimia are o istorie lungă, care se întinde înapoi în timp până în Egiptul, China și Persia antice. Scopul alchimiștilor nu era numai să preschimbe metalele mai puțin valoroase („baza”) în aur – era și să exercite o putere mai mare asupra naturii, să fie capabili să controleze lucrurile din jurul lor. De multe ori alchimia implica folosirea unor vrăji sau efectuarea lucrurilor într-o ordine foarte precisă și bine determinată. Alchimiștii făceau experimente cu substanțe, încercând să vadă ce se întâmplă când se amestecau două soluții sau poate când erau încălzite. Alchimiștilor le plăcea să umble cu lucruri care dădeau reacții violente, cum ar fi fosforul sau mercurul. S-ar putea să fi fost destul de periculos, dar ce răsplată imensă dacă ar fi reușit să descopere ingredientele și proporția potrivită pentru a face „piatra filosofală”. „Piatra” (adică un fel de element chimic special) ar fi transformat plumbul sau fierul sau staniul în aur ori ar fi ajutat oamenii să trăiască veșnic. Exact ca în Harry Potter.

Aventurile lui Harry Potter sunt amuzante, dar se desfășoară într-o lume imaginară. În viața reală nu pot fi întâlnite nici puterile la care visau adevărații magicieni și alchimiști, asta deși mulți alchimiști erau șarlatani și pretindeau că fac lucruri pe care în realitate nu erau în stare să le facă. Dar mulți alții erau oameni harnici și onești care trăiau într-o lume în care totul părea posibil. În timpul studiilor lor au aflat foarte multe despre ceea ce noi, astăzi, numim chimie. De pildă, au învățat despre distilare, adică arta de a încălzi un amestec și de a extrage substanțele care se decantează în diferite momente. Băuturile alcoolice puternice precum coniacul sau ginul sunt produse prin distilare, care concentrează alcoolul. Le numim „spirturi“. E un cuvânt care vine din latinescul spiritus, care înseamnă atât „respirație“, cât și „spirit“. Parțial, vine și din alchimie.

Mulți obișnuiau să creadă în magie (și încă mai cred). Mulți învățați faimoși din trecut își foloseau studiile despre secretele naturii ca să descopere forțe magice. Un om remarcabil a crezut însă că are puterea de a schimba întreaga practică a medicinei și a științei. Numele lui întreg e o adevărată poveste: Theophrastus Philippus Aureolus Bombastus von Hohenheim. Încercați să-l spuneți repede și veți înțelege de ce a dorit să și-l schimbe cu cel pe care-l cunoaștem și noi astăzi: Paracelsus.

Paracelsus (cca 1493–1541) s-a născut în Einsiedeln, un orașel din Alpii elvețieni. Tatăl lui fusese doctor și îl învățase despre lumea naturală, despre minerit și minerale, despre botanică și medicină. A fost educat ca romano-catolic, dar a crescut în zilele lui Martin Luther și ale Reformei protestante. A avut mulți prieteni și susținători printre protestanți, dar și printre romano-catolici. Și-a făcut și mulți dușmani. A studiat cu mulți teologi importanți și, cu toate că Paracelsus a fost mereu profund religios, credința lui, ca toate câte țineau de el, era unică: se baza pe chimie.

Paracelsus a studiat medicina în Italia, dar nu și-a găsit niciodată locul, mutându-se dintr-un oraș în altul. A călătorit prin toată Europa, probabil a ajuns și în Anglia și sigur a fost în Africa de Nord. A lucrat ca medic obișnuit și chirurg, tratând mulți pacienți bogați și puternici, și se pare că a avut succes. Totuși arăta de parcă nu ar fi avut nici un ban, fiind mereu prost îmbrăcat. Îi plăcea să bea în taverna și în crâșme cu plebea în loc să stea cu cei bogați, iar dușmanii lui spuneau că era dependent de alcool.

Paracelsus a avut o singură slujbă oficială, la Universitatea din Basel, în Elveția natală. A insistat să predea în germană, nu în latină ca ceilalți profesori, iar unul din primele lucruri pe care le-a făcut a fost să ardă scrierile lui Galen în piața publică. Nu avea nevoie de Galen, Hipocrate sau Aristotel. Voia să ia totul de la capăt. Era sigur că imaginea lui despre univers era cea corectă și era convins că nimeni înaintea lui nu mai avusese aceste idei.

La scurt timp după incidentul cu cărțile lui Galen, a fost obligat să părăsească orașul și și-a reluat peregrinările, stând câteva luni aici, câte un an dincolo, dar mereu fără stare și gata să-și împacheteze puținele lucruri și să își încerce norocul în altă parte. Își lua cu el manuscrisele și aparatura pentru chimie, și prea puține altele. Călătoriile erau mereu lente, pe jos, călare sau într-o căruță, pe drumuri noroioase și adesea periculoase. Dat fiind stilul lui de viață, e uimitor că a reușit să realizeze ceva. Numai că, în timp ce își trata numeroșii pacienți, el a scris și multe cărți, observând atent lumea din jur și făcând mereu experimente chimice.

Chimia era pasiunea lui. Vorbise serios când spusese că nu avea nevoie de lucrările anticilor ca să-i călăuzească pașii. Nu avea vreme pentru cele patru elemente: aer, pământ, foc și apă. În schimb, pentru el existau trei „principii” de bază: sare, sulf și mercur, la care se puteau reduce toate în ultimă instanță. Sarea dă forma lucrurilor sau soliditatea; sulful e motivul pentru care lucrurile pot arde; iar mercurul este responsabil pentru starea fluidă sau gazoasă a lucrurilor. Paracelsus își interpreta experimentele din laborator prin prisma acestor trei principii. Îl interesa cum anume pot dizolva acizii lucrurile și cum poate fi înghețat alcoolul. Ardea substanțe și examina cu atenție reziduurile. A distilat multe lichide și a colectat cu grijă ceea ce a rezultat, consemnând și sedimentele. Pe scurt, a petrecut multă vreme în laboratorul lui, încercând să stăpânească natura.

Paracelsus credea că experimentele chimice îl pot ajuta să înțeleagă cum funcționează lumea și că pot fi sursa multor noi tratamente pentru boli. Înaintea lui, majoritatea medicamentelor folosite de doctori proveneau din plante și, cu toate că și Paracelsus a folosit uneori remedii pe bază de plante în tratamentele sale, prefera să le administreze pacienților medicamente făcute în laboratorul său. Mercurul era de departe preferatul lui. În realitate, mercurul este foarte otrăvitor, dar Paracelsus îl folosea în unsori pentru boli

de piele și credea că e cel mai bun remediu pentru o boală care se răspândise în toată Europa. Aceasta era sifilisul, o boală cu transmisie sexuală, care provoacă mâncărimi cumplite la nivelul pielii, distruge nasul și de obicei ucide. În Italia, prin 1490, în jurul datei nașterii lui Paracelsus, a izbucnit o epidemie de sifilis care a ucis mulți oameni. Până când a ajuns el doctor, sifilisul era atât de răspândit încât fiecare medic avusese de-a face cu cel puțin un pacient cu această boală (mulți fiind ei înșiși bolnavi). Paracelsus a scris despre această boală nouă, descriindu-i simptomele și propunând mercurul ca tratament. Deși mercurul putea duce la căderea dinților și dădea o respirație urât mirositoare, te scăpa de mâncărimi, așa că doctorii l-au folosit ani de-a rândul la tratarea sifilisului și a altor boli care dădeau mâncărimi.

Paracelsus a descris multe alte boli. A scris despre rănilor și bolile celor care lucrau în subteran, în mine, mai ales despre bolile de plămâni provocate de condițiile teribile de muncă și de programul mult prea lung. Preocuparea lui Paracelsus pentru minerii săraci este în concordanță cu propria viață, petrecută printre oamenii obișnuiți.

Hipocrate, Galen și alți doctori de dinaintea lui Paracelsus credeau că boala e provocată de un dezechilibru din interiorul corpului. Dar pentru Paracelsus boala era rezultatul unei forțe din afara corpului. Acest „lucru“ (el l-a numit *ens*, un cuvânt latin care înseamnă „ființă“ sau „substanță“) atacă organismul, provoacă boala și genul acela de schimbări pe care le caută doctorii ca indicii pentru a înțelege despre ce boală este vorba. *Ens* putea fi un coș sau un abces, dar, la fel de bine, și o piatră la rinichi. Acest tip de gândire va apărea mult mai târziu, odată cu descoperirea microbilor.

Paracelsus voia să ia de la început știința și medicina, pe noua fundație furnizată de el însuși. Spunea iar și iar că oamenii nu ar trebui să mai citească tot felul de cărți, ci să caute și să experimenteze singuri. Voia, desigur, ca ceilalți să citească cărțile scrise de el, câteva nefiind publicate decât după moartea sa. Mesajul său real era: „Nu vă osteniți să citiți Galen, citiți Paracelsus“. Lumea lui era plină de forțe magice pe care el credea că le putea înțelege și aduce în slujba medicinei și a științei sale. Visul lui alchimic nu însemna preschimbarea metalelor în aur; el visa să stăpânească toate forțele magice și misterioase ale naturii.

În timpul vieții a avut câțiva discipoli, iar după moartea sa au fost mult mai mulți. Își spuneau paracelsieni și au continuat să încerce să schimbe medicina și știința cum a făcut-o el. Au experimentat în laboratoare și au folosit remedii chimice în practica lor medicală. Au încercat, ca și Paracelsus, să controleze forțele naturii prin magia naturală.

Discipolii săi au rămas întotdeauna în afara curentului principal. Majoritatea doctorilor și a oamenilor de știință nu erau de acord să respingă total moștenirea anticilor. Totuși mesajul lui Paracelsus era tot mai acceptat. Oamenii au început din ce în ce mai mult să privească lumea cu ochii lor. În 1543, la doi ani de la moartea lui, au fost publicate două cărți, una de anatomie, alta de astronomie, care puneau și ele la îndoială autoritatea anticilor. Lumea începea să se uite din nou la univers, dintr-o nouă perspectivă.

Capitolul 10. Dezvăluirea corpului uman



Dacă chiar vrei să înțelegi cum e făcut un lucru, uneori poate fi o idee bună să îl desfaci bucată cu bucată. Cu unele lucruri, cum ar fi ceasurile și mașinile, e folositor și să știi cum să le assemblezi la loc. Dar, dacă vrei să

înțelegi un corp uman sau animal, omul sau animalul trebuie să fie mort înainte să începi, dar scopul e același.

După cum știm, Galen a disecat – a dezmembrat – mai multe animale, pentru că nu putea diseca oameni. A presupus că anatomia porcilor sau a maimuțelor era destul de asemănătoare cu a omului; în anumite privințe avea dreptate, deși există și multe diferențe. Disecția cadavrelor umane este făcută ocazional în jurul anului 1300, când școlile de medicină încep să predea anatomia. Inițial, când oamenii au observat diferențe între ceea ce vedeau cu ochii lor în corpul uman și ceea ce spunea Galen, au presupus pur și simplu că oamenii s-au schimbat, nu că greșise Galen! Dar când au început să se uite mai îndeaproape, anumiști au descoperit tot mai multe diferențe mici. A devenit evident că mai erau multe de descoperit despre corpul uman.

Cel care a făcut dezvăluirea a fost anatomistul și chirurgul cunoscut nouă sub numele de Andreas Vesalius (1514–1564). Numele lui complet era Andries Wytinck van Wesel. S-a născut în Bruxelles, în actuala Belgie, unde tatăl lui era medic în serviciul sfântului împărat roman de națiune germană Carol al V-lea. Copil isteț fiind, a fost trimis la Universitatea Louvain ca să studieze arta, dar a decis să schimbe arta cu medicina. Ambițios, s-a dus la Paris, unde erau unii dintre cei mai buni profesori. Toți îl urmau pe Galen, iar în cei trei ani pe care i-a petrecut acolo i-a impresionat pe toți. Și-a dovedit abilitățile și în greacă și în latină, precum și fascinația pentru disecție. Războiul dintre Sfântul Imperiu Roman de Națiune Germană și Franța l-a obligat să părăsească Parisul, dar a reintrodus disecția pe cadavre umane la facultatea din Louvain înainte de a merge, în 1537, la cea mai bună facultate de medicină din lume la acea vreme: Universitatea din Padova, Italia. Și-a luat examenele, a trecut cu cele mai înalte calificative, iar a doua zi era numit lector în chirurgie și anatomie. La Padova știau când dădeau peste ceva bun: Vesalius a predat anatomia prin intermediul propriilor disecții, studenții îl iubeau, iar anul următor a publicat niște minunate ilustrații anatomice ale părților corpului omenesc. Erau atât de bune, încât doctorii din toată Europa au început să le co-pieze pentru uzul propriu, spre marea supărare a lui Vesalius, pentru că practic îi furau munca.

A deschide un cadavru nu e tocmai cel mai plăcut lucru din lume. După moarte, corpul începe destul de repede să se descompună și să miroasă, iar pe vremea lui Vesalius nu exista nici o modalitate de a opri putrezirea. Asta

însemna că disecția trebuia făcută repede, dacă era cu puțință înainte ca mirosul să devină insuportabil. La început se desfăcea abdomenul, căci intestinalele putrezeau primele. Urmau capul și creierul, apoi inima, plămânii și celelalte organe din cavitatea toracică. Brațele și picioarele erau lăsate la urmă. Toate acestea trebuiau făcute în două, trei zile, iar anatomia se preda în general iarna, când vremea rece încetinea puțin descompunerea și oferea doctorilor ceva mai mult timp.

În anii 1700 au fost descoperite modalități de conservare a cadavrelor, ceea ce a ușurat mult sarcina de disecție și de examinare a întregului corp. Când eram student la medicină, disecția unui cadavru a durat opt luni, iar în zilele de disecție hainele și unghiile mele nu miroseau a cadavru în putrefacție, ci a chimicalele în care era conservat. Am lucrat pe cadavrul unui bătrân și, în toate aceste luni, m-am familiarizat foarte mult cu el. Ordinea în care făceam operațiunile era cam aceeași ca pe vremea lui Vesalius, numai că noi lăsam creierul la sfârșit, tocmai pentru că e un organ atât de complicat și se presupunea că, după acest timp de exercițiu, eram și noi mai buni la incizat cu atenție și la expunerea diferitelor părți ale corpului. Bătrânul își donase corpul științei, iar pe mine, unul, m-a învățat multe.

În ciuda imperativului vitezei și a mirosurilor cu care se confrunta, disecția era marea pasiune a lui Vesalius. Nu putem ști câte cadavre a tăiat cu atenție, dar trebuie să fi fost multe, pentru că a ajuns să cunoască mai multe decât oricine altcineva din epoca sa despre părțile corpului omenesc. Cei cinci ani și jumătate dintre ziua în care a fost numit profesor la Padova și publicarea marii sale cărți, în 1543, au fost unii foarte plini. Cartea lui Vesalius este enormă, are 40 de centimetri înălțime și cântărește aproape două kilograme; nu tocmai o broșură pe care să o strecuri în buzunar pentru o lectură de vacanță. Se numea *De humani corporis fabrica* (Despre structura corpului omenesc), și este cunoscută și în ziua de azi ca *De fabrica*. Avea ilustrații frumoase și foarte elaborate. Vesalius a călătorit la Basel, în Elveția, să supravegheze tipărirea textului și realizarea ilustrațiilor.

Astăzi trăim într-o lume în care ilustrații sunt peste tot. Camerele digitale ne ajută să trimitem fotografii prietenilor, ziarele și revistele au poze la fiecare zece rânduri. Altfel stăteau lucrurile pe vremea lui Vesalius. Tiparul fusese inventat cu nici 100 de ani înainte, iar ilustrațiile trebuiau făcute după bucăți de lemn cioplite cu migală, copiate de pe un desen. Ca o ștampilă de

cauciuc, aceste blocuri din lemn erau înmuiate în cerneală și presate pe o hârtie.

Imaginile din cartea lui Vesalius sunt uluitoare: până atunci, corpul uman nu mai fusese niciodată de descris cu atâta acuratețe sau atât de amănunțit. Până și pagina de titlu ne spune că se întâmplă ceva deosebit. Ne arată disecția unei femei în public, cu mulți oameni înghesuiți în jur. Vesalius stă în mijloc, lângă cadavrul femeii, și e singura persoană care privește spre cititor. Restul publicului e fie fascinat de disecție, fie ocupat să sporovăiască cu vecinul. În stânga picturii e o maimuță, în dreapta un câine, amintindu-ne de Galen, care folosea animale pentru munca lui de disecție. În cartea sa însă, Vesalius vorbește despre anatomia omului, folosind cadavre umane pe care le disecă el însuși. Era un gest extraordinar de îndrăzneț pentru un tânăr care nu împlinise nici 30 de ani.

Dar Vesalius avea toate motivele să fie încrezător. Știa că văzuse corpul omenesc mai în profunzime decât oricine altcineva. Printre magnificele ilustrații din această carte se numără cele care arată mușchii corpului, față și spate, cu mușchii de la suprafață disecați pentru a-i expune pe ceilalți. „Oamenii cu mușchi“ sunt arătați pe fundalul unor peisaje, iar clădirile, copacii, pietrele și dealurile din pictură se îmbină armonios. Unul dintre oamenii cu mușchi ai lui Vesalius este spânzurat, amintind astfel că Vesalius a folosit adesea criminali pentru disecțiile sale. Odată a găsit un criminal care fusese spânzurat, iar păsările îi ciuguliseră toată carnea, lăsând doar scheletul. Vesalius a furat oasele, le-a dus în camera lui bucată cu bucată, ca să le studieze în liniște.

Vesalius lucra cu un artist foarte talentat, dar nu suntem siguri asupra numelui acestuia. În perioada respectivă, numită Renaștere, „re-naștere“, știința era strâns legată de artă. Mulți artiști ai Renașterii – Leonardo da Vinci (1452–1519), Michelangelo (1475–1564) și alții – au disecat cadavre pentru a învăța cum să picteze mai realist corpul. Doctorii nu erau singurii care voiau să știe mai multe despre structura corpului omenesc.

Vesalius era fascinat de structura (anatomia) corpului, dar cadavrele nu îndeplineau funcții (fiziologia) precum respirația, digestia, mișcarea, la fel ca organisme vii. Așa că partea de text a cărții lui Vesalius era un amestec de idei noi și vechi. În multe locuri semnalează greșelile lui Galen în descrierea

unor organe sau a unor mușchi și le corectează. De pildă, când Galen descrie ficatul, el vorbește despre ficatul porcului, care are cinci „lobi” distincți sau secțiuni. Ficatul uman are patru, care nu sunt atât de bine definiți. Mai mulți mușchi din mâna și din piciorul uman sunt diferiți de cei ai rudelor noastre apropiate, maimuțele și cimpanzeii. Teoria lui Galen despre felul în care se mișcă sângele presupune ca o parte din acesta să se miște din partea dreaptă a inimii în stânga; el crezuse că sângele se infiltrează prin porii mici din peretele dintre cele două camere mari (ventricule) ale inimii. Vesalius a disecat multe inimi umane, dar nu a găsit acești pori. Cunoștințele sale vor fi foarte importante câteva decenii mai târziu, când William Harvey va începe să analizeze mai în amănunțime ce fac inima și sângele. Cu toate acestea, multe dintre analizele lui Vesalius despre cum funcționează corpul omenesc se folosesc în continuare de ideile lui Galen. Poate de aceea picturile lui Vesalius au fost mult mai prețuite decât scrierile sale: imaginile au fost repede copiate și folosite în toată Europa, făcându-l faimos pe autorul lor (deși nu i-au adus prea mulți bani).

Deși a mai trăit încă 20 de ani, publicarea acestei cărți grandioase a fost punctul culminant al carierei lui Vesalius. A scos și o a doua ediție, cu câteva corecții, la scurtă vreme după prima ediție. Și-a petrecut viața îngrijind și bogați, și săraci. Poate a considerat că spusese tot ce avusese de spus.

Dar a spus și a făcut suficiente cât să se asigure că nu va fi uitat. De fabrica rămâne o carte extraordinară: o combinație de artă, anatomie și text tipărit, admirată până în ziua de azi. Prin această carte, Vesalius ne-a lăsat două daruri. Mai întâi, a încurajat alți doctori să continue minuțioasa sa descriere a structurii corpului uman. Anatomicii de mai târziu au descoperit și alte părți ale corpului ratate de Vesalius sau au corectat erorile pe care acesta le-a făcut. Amestecul de reprezentare artistică și disecție atentă pe care l-a început i-a încurajat și pe alții să scoată cărți care ilustrau corpul uman în paginile lor. Cartea lui Vesalius a fost prima în care imaginile au fost mai importante decât textul, dar nu ultima. Doctorii trebuiau să fie învățați cum să vadă ce era în fața lor, iar picturile erau esențiale ca să-i ajute să învețe.

În al doilea rând, Vesalius s-a ridicat împotriva lui Galen. Nu a fost grosolan, ca Paracelsus, dar a dovedit cu modestie că cineva putea ști mai multe decât știa Galen. A demonstrat că, de la o generație la alta, cunoașterea poate crește. A ajutat la inițierea unei dezbateri care avea să dureze peste 100 de

ani. Întrebarea era simplă: putem ști mai multe decât anticii? Cu 100 de ani înainte de Vesalius, răspunsul ar fi fost nu. După Vesalius, răspunsul a început să se schimbe treptat. Oamenii au început să se gândească: „Dacă tot ceea ce merită cunoscut a fost descoperit, ce rost are să ne mai batem capul? Dar, dacă încep să cercetez eu însumi, poate pot vedea ceva ce nu a mai văzut nimeni până acum.“ Vesalius i-a încurajat pe medici și pe oamenii de știință să înceapă să fie preocupați de lucruri noi.

Capitolul 11. Unde este centrul universului?



În fiecare dimineață Soarele răsare de la est și în fiecare seară apune la vest. Îl putem vedea mișcându-se încet în timpul zilei, cu umbrele noastre lungi sau scurte, în față sau în spate, în funcție de unde se află pe cer. Încercați

experimentul la miezul zilei, veți vedea că umbra voastră este ascunsă exact sub voi. Nimic nu poate fi mai evident decât atât și, pentru că se întâmplă în fiecare zi, dacă ați ratat ocazia asta, puteți prinde spectacolul a doua zi.

Soarele nu se învâрте în jurul Pământului în fiecare zi, desigur. Puteți înțelege cât de dificil ar fi să convingeți oamenii că ceea ce pare atât de evident nu este cu adevărat ceea ce se întâmplă. Să spunem astfel: Pământul este centrul universului nostru, pentru că acolo ne aflăm când privim Soarele, Luna și stelele. Este centrul nostru, dar nu centrul.

Toți astronomii din lumea antică puseseră Pământul în centru. Vă amintiți de Aristotel? Pe urmele lui a pășit mai apoi cel mai important astronom grec, Ptolemeu, care și-a construit sistemul notând minuțios poziția stelelor noapte după noapte, anotimp după anotimp, an după an. E o experiență magică să privești stelele într-o noapte senină, iar identificarea grupurilor de stele sau a „constelațiilor“ poate fi foarte plăcută. Ursa Mare și Centura lui Orion sunt ușor de observat pe cer în nopțile fără nori. Pornind de la Ursa Mare, puteți găsi Steaua Nordului, care îi ajută pe marinari să navigheze pe timp de noapte în direcția bună.

Erau probleme cu acest model al universului în care Pământul este centrul, iar corpurile cerești se mișcă în jurul lui în cercuri perfecte. Să luăm, de pildă, stelele. Își schimbă poziția treptat, pe măsură ce noaptea trece. Echinocțiul de primăvară – când Soarele este deasupra Ecuatorului, făcând ziua egală cu noaptea – a fost mereu important pentru astronomi, și nu numai pentru ei. Se petrece pe 20 sau 21 martie, iar 21 este prima zi oficială de primăvară. Problema este că stelele sunt în poziții ușor diferite în fiecare primă zi de primăvară, ceea ce nu ar fi trebuit să se întâmple dacă s-ar fi mișcat în cercuri perfecte în jurul Pământului. Astronomii numesc fenomenul „precesia echinocțiilor“ și au fost nevoiți să facă o serie de calcule complicate pentru a explica de ce apare.

Și mișcarea planetelor era un mister. Când te uiți noaptea la cer folosindu-ți doar ochii, planetele apar ca niște stele strălucitoare. Astronomii antici credeau că există șapte planete: Mercur, Venus, Marte, Jupiter și Saturn, plus Soarele și Luna, pe care le numeau tot „planete“. Erau, evident, mai apropiate de Pământ decât cele pe care le numeau ei „stelele fixe“, iar noi le cunoaștem sub numele de Calea Lactee. Observarea planetelor a creat și mai

multe probleme decât observarea stelelor fixe, dat fiind că nu se mișcă în felul în care ar trebui să o facă dacă ar înconjura Pământul. De pildă, mișcarea lor nu pare a fi constantă, iar uneori planetele par să se deplaseze înapoi. Pentru a rezolva această problemă, astronomii au spus că punctul în jurul căruia se învâteau planetele nu era, de fapt, centrul Pământului. Au numit acest punct „ecant“, iar acesta, alături de alte calcule, au ajutat cercetătorii de stele să explice ceea ce puteau vedea noapte pe cer, fără să fie nevoiți să renunțe cu totul la modelul înaintașilor. Asta însemna că puteau presupune în continuare că Pământul era în centrul lucrurilor și că toate celelalte corpuri cerești se învâteau în jurul lui.

Ce s-ar întâmpla dacă, în loc să punem Pământul în centrul tuturor lucrurilor, am pune Soarele acolo, și am presupune că planetele (incluzând printre ele și Pământul) se învârt în jurul lui? Astăzi suntem atât de obișnuiți cu ideea asta, încât ne este greu să înțelegem ce pas dramatic a fost la acea vreme. Era împotriva a ceea ce oamenii vedeau în fiecare zi, împotriva învățăturilor lui Aristotel și (cel mai important) ale Bisericii, pentru că în Biblie se spune că Iosua i-a cerut lui Dumnezeu să poruncească Soarelui mișcător să stea pe loc. Dar exact asta a făcut un preot polonez plin de îndrăzneală, pe nume Copernic: a pus Soarele în centrul tuturor lucrurilor.

Nicolaus Copernic (1473–1543) s-a născut și a murit în Polonia, dar a studiat dreptul și medicina în Italia. Tatăl său a murit când el avea zece ani, așa că fratele mamei sale a preluat sarcina educației băiețelului isteț, trimițându-l la Universitatea din Cracovia, Polonia. Când unchiul său a ajuns episcop de Frauenburg, tot în Polonia, Copernic a obținut o slujbă la catedrală. Aceasta i-a oferit șansa unui venit sigur și i-a permis să studieze în Italia. Când s-a întors, și-a reluat pasiunea: studiul cerului. A construit un turn fără acoperiș, unde își putea folosi instrumentele astronomice. Cum nu existau încă telescoape, aceste instrumente nu îi permiteau decât să măsoare diferențele unghiuri între diversele corpuri cerești și linia orizontului, precum și fazele Lunii. Era interesat și de eclipse, care se petreceau când Soarele, Luna sau una dintre planete se afla în calea altei planete, care astfel ne apărea nouă, pe Pământ, complet sau parțial acoperită.

Nu se știe exact când a decis Copernic că al său model al cerului și al sistemului solar (așa cum îi spunem acum) explica mult mai bine observațiile pe care oamenii le făcuseră de mii de ani. Cert este că în 1514 a

scris o scurtă lucrare pe care a arătat-o câtorva prieteni de încredere. Nu a îndrăznit să o publice. În ea afirma clar și răspicat că „centrul Pământului nu este centrul universului“ și că „noi ne învârtim în jurul Soarelui ca orice altă planetă“. Acestea erau concluzii destul de clare, iar în timpul acestor trei decenii Copernic a lucrat în tăcere la teoria sa conform căreia Soarele, nu Pământul, se află în centrul universului. Deși a petrecut multe ore observând el însuși cerul, gândirea sa a atins punctul culminant când a analizat ceea ce au văzut alți astronomi și cum dificultățile lor puteau fi risipite prin plasarea Soarelui în centru, presupunând că planetele se învârt în jurul acestuia. Astfel își găseau dezlegarea multe enigme precum mișcările ciudate, înainte și înapoi, ale planetelor. În plus, Soarele are o asemenea importanță în viața oamenilor, dat fiind că ne încălzește și ne dă lumină, încât a-i da locul central însemna practic a recunoaște că, fără el, viața pe Pământ nu ar fi cu putință.

Modelul lui Copernic a avut încă o consecință semnificativă: însemna că stelele erau mult mai îndepărtate de Pământ decât presupuseseră Aristotel și ceilalți gânditori de la începuturi. Aristotel credea că timpul era infinit dar spațiul era determinat. Biserica a stabilit că timpul era finit (începea cu câteva mii de ani în urmă, când Dumnezeu crease totul), la fel ca spațiul, exceptând, poate, Raiul însuși. Copernic a acceptat ideea Bisericii despre timp și creație, dar măsurătorile lui i-au spus că Pământul era mult mai aproape de Soare decât era Soarele de alte planete. A calculat și distanțele aproximative de la Soare la planete și de la Lună la Pământ. Universul era mult mai vast decât credeau cei mai mulți oameni.

Copernic știa că cercetarea sa va șoca lumea, dar, cum îmbătrânise deja, s-a gândit că ar fi bine să își publice ideile. În 1542 și-a terminat marea lui carte, *De revolutionibus orbium coelestium* (Despre mișcările de revoluție ale corpurilor cerești). Dar la vremea aceea Copernic era deja bătrân și foarte bolnav. Așa că i-a încredințat unui prieten de încredere, Rheticus, care îi cunoștea ideile, sarcina de a tipări cartea. Rheticus a început să se achite de îndatorirea primită, dar, cum trebuia să se ducă în Germania, unde lucra la o universitate, a lăsat sarcina tipăririi altui preot, Andreas Osiander. Osiander credea că ideile lui Copernic erau periculoase, așa că a adăugat o introducere personală la această carte măreață, care a fost tipărită în cele din urmă în 1543. El a scris că ideile lui Copernic nu erau de fapt adevărate, ci doar o posibilă cale de a rezolva câteva dintre dificultățile de multă vreme

recunoscute de astronomii care susțineau ideea Pământului ca centru al universului. Osiander avea dreptul la propria opinie, dar ceea ce a făcut el a fost lipsit de onestitate: a scris prefața ca și cum ar fi scris-o Copernic însuși. Cum nu era semnată de nimeni, oamenii au presupus că ar fi fost Copernic cel care dorise să spună aceste câteva cuvinte despre ideile sale. Și cum la acel moment Copernic se afla pe patul de moarte, era incapabil să facă ceva, orice, pentru a corecta impresia falsă pe care o lăsa prefața. În consecință, vreme de aproape 100 de ani, cititorii acestei minunate cărți au crezut că autorul însuși nu făcea altceva decât să caute căi de a explica ceea ce vedem pe cer în fiecare noapte, fără a spune de fapt că Pământul se învâрте în jurul Soarelui.

Această prefață a hrănit tendința oamenilor de a ignora mesajul revoluționar al lui Copernic din această carte. Mulți au citit-o totuși, iar comentariile și calculele sale au influențat astronomia multe decenii după moartea lui. Mai ales doi astronomi de renume au fost cei care au dus munca lui mai departe. Unul dintre ei, Tycho Brahe (1546–1601), a fost impresionat de insistența lui Copernic că universul trebuie să fie foarte vast, într-atât de îndepărtate erau stelele. Observarea unei eclipse de soare în 1560 i-a aprins imaginația și, cu toate că familia lui, din nobilimea daneză, dorea să studieze dreptul, singurul lucru care l-a mulțumit pe deplin a fost studiul cerului. În 1572 a observat o stea nouă, foarte strălucitoare, pe cerul nopții. A scris despre această nova stella („stea nouă“) și a susținut că ea dovedește că cerul nu era într-un totu perfect și neschimbat. Și-a construit cu mâna lui un observator pe o insulă de lângă coasta Danemarcei și l-a echipat cu cele mai avansate instrumente. (Din păcate, telescopul tot nu fusese inventat.) În 1577 a urmărit traiectoria unei comete: acestea erau în general văzute ca semne prevestitoare de rău, dar pentru Tycho, traiectoria cometei însemna că de fapt corpurile cerești nu erau fixate în sferele lor, câtă vreme cometa trecea drept peste ele.

Tycho a făcut descoperiri foarte importante despre pozițiile și mișcările stelelor și ale planetelor, dar în cele din urmă a fost nevoit să își închidă observatorul și să se mute la Praga, unde în 1597 a înființat un nou observator astronomic. Trei ani mai târziu, l-a luat asistent pe Johannes Kepler (1571–1630). Deși Tycho nu a acceptat niciodată modelul lui Copernic cu Soarele în centrul universului, Kepler avea altă imagine asupra universului, iar Tycho i-a lăsat lui toate notele și manuscrisele sale când a murit, în 1601. Kepler a respectat memoria lui Tycho și a editat o parte din

manuscrisele acestuia, dându-le spre publicare, dar a și dus astronomia într-o direcție cu totul nouă.

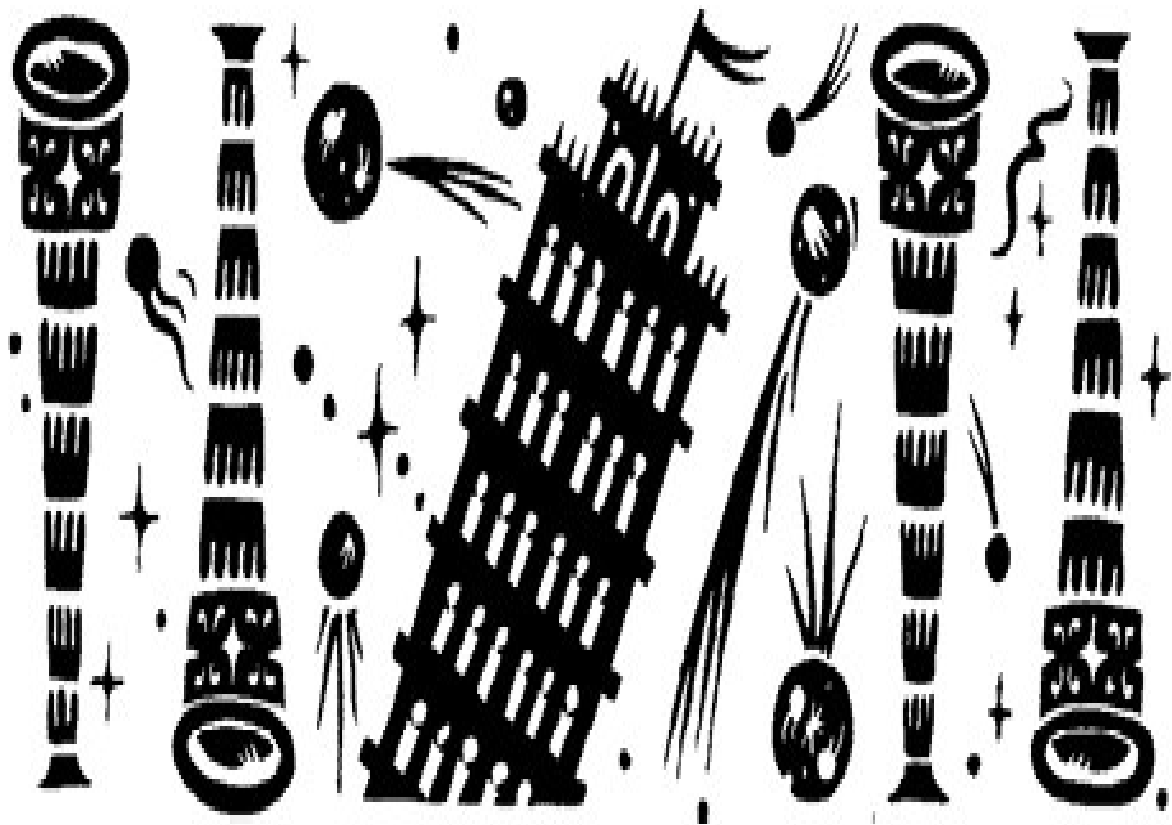
Kepler a avut o viață furtunoasă, haotică. Soția și fiica lui au murit, iar mama i-a fost judecată pentru vrăjitorie. El însuși a fost un protestant fervent în primele zile ale Reformei, într-o perioadă în care cele mai multe autorități erau catolice, așa că trebuia să fie foarte atent. Credea că ordinea cerului confirmă propria prețuire mistică a creației lui Dumnezeu. Cu toate acestea, contribuția lui la astronomie a fost foarte hotărâtă și precisă. În centrul scrierilor sale, de multe ori greu de înțeles, se află cele trei concepte pe care le-a elaborat și care sunt cunoscute și astăzi ca „legile lui Kepler“. Ele au fost extrem de importante.

Primele lui două legi erau strâns legate, iar descoperirea lor a fost ajutată de observarea atentă a mișcărilor planetei Marte, pe care i le lăsase Tycho. Kepler le-a studiat multă vreme înainte de a-și da seama că planetele nu se mișcă întotdeauna cu aceeași viteză; mai curând se mișcă mai repede când sunt mai aproape de Soare și mai încet când se depărtează de el. A descoperit că dacă tragi o linie dreaptă de la Soare (în centrul universului) la altă planetă, constantă este aria arcului făcut în timp ce planeta se mișcă, nu viteza planetei. Aceasta a fost a doua lui lege, iar consecința ei a fost prima lege: planetele nu se mișcă în cercuri perfecte, ci în elipse, un fel de cercuri turtite. Deși nimeni nu se gândise încă la gravitație, Kepler știa că exista un fel de forță care acționa asupra mișcărilor planetelor. Și-a dat seama că elipsa este traiectoria naturală a unui lucru care se mișcă în jurul unui punct central, așa cum fac planetele în jurul Soarelui. Cele două legi ale lui Kepler dovedesc că vechea idee a unei mișcări perfect circulare pe cer fusese greșită.

A treia lege era mai practică: arăta că exista o relație specială între timpul necesar unei planete pentru a descrie un ciclu complet în jurul Soarelui și distanța medie față de Soare. Aceasta a permis astronomilor să calculeze distanțele planetelor față de Soare și să capete o imagine despre cât de vast este sistemul nostru solar, dar totodată și cât de mic, dacă e să îl comparăm cu distanțele enorme dintre noi și stele. Din fericire, în aproximativ aceeași perioadă a fost inventat un instrument științific care permitea cercetarea mai îndeaproape a acestor distanțe. Omul care a transformat telescopul într-un

instrument de o putere imensă a fost cel mai faimos astronom dintre toți:
Galileo Galilei.

Capitolul 12. Turnuri înclinate și telescoape: Galileo



Una dintre cele mai ciudate clădiri din lume trebuie să fie clopotnița catedralei vechi de 850 de ani din orașul Pisa, în Italia. Poate îl cunoașteți ca Turnul Înclinat din Pisa. E amuzant să îți fotografiezi prietenii în fața lui,

prefăcându-se că țin turnul șovăielnic să nu se prăbușească. Sunt o mulțime de legende și despre cum folosea Galileo turnul pentru propriile experimente, de pildă arunca din vârf două bile de greutate diferite, să vadă care atinge prima pământul. În realitate, Galileo nu a folosit turnul, dar a făcut alte experimente care i-au arătat care ar fi putut fi rezultatul; așa a aflat că o bilă de 45 kilograme și o bilă de 450 grame ating pământul exact în același timp. Așa cum Soarele nu se mișcă în jurul Pământului în fiecare zi, acest experiment pare a fi împotriva experienței noastre zilnice. La urma urmelor, o pană și o bilă aruncate din vârful turnului nu cad cu aceeași viteză. De ce două mingi de greutate diferite ar atinge simultan pământul?

Galileo Galilei (1564–1642) s-a născut în Pisa. (Galilei era numele de familie, dar eroul a fost întotdeauna cunoscut după prenume.) Tatăl lui era muzician și Galileo a crescut în apropierea Florenței. S-a întors la Universitatea din Pisa ca tânăr student la medicină; dar cum a fost întotdeauna mai interesat de matematică, a părăsit universitatea cu o reputație de tânăr inteligent, cu o gândire ageră. În 1592 s-a dus la Padova ca să predea matematica și ceea ce astăzi am numi fizică. Era acolo când William Harvey a fost student, probabil că pașii li s-au încrucișat pentru scurtă vreme, dar e păcat că cei doi probabil nu s-au mai întâlnit după aceea.

Galileo a fost o persoană care a atras toată viața contradicțiile. Ideile lui contestau concepțiile acceptate, mai ales fizica și astronomia lui Aristotel și ale anticilor. Era un bun catolic, dar considera că religia este despre moralitate și credință, în vreme ce știința se ocupă de lumea fizică, observabilă. Sau, așa cum spunea el, Biblia ne învață cum să ajungem în ceruri, nu cum funcționează cerurile. Asta l-a adus în conflict cu Biserica Catolică, care se apăra viguros împotriva tuturor celor care îndrăzneau să-i conteste ideile sau autoritatea. Biserica a început să ia în vizor numărul tot mai mare de cărți tipărite, așezându-le pe cele inacceptabile pe o listă numită *Index librorum prohibitorum*, Lista cărților interzise. Galileo, care avea mulți prieteni sus-puși (inclusiv prinți, episcopi, cardinali și chiar papi), avea susținerea multor clerici; dar numeroși alții erau hotărâți să nu permită ca ideile lui să le tulbure învățăturile vechi de secole.

Activitatea de început a lui Galileo cu forțele implica mișcarea obiectelor. Fusesse mereu omul căruia îi plăcea să observe și să măsoare lucrurile el însuși și, dacă era posibil, să exprime rezultatele în formule matematice. Într-

unul dintre cele mai faimoase experimente a rostogolit cu grijă o bilă pe o suprafață înclinată și a măsurat cât i-a luat acesteia să străbată anumite distanțe. Cum vă imaginați, bila prindea viteză pe măsură ce se mișca în jos pe pantă (astăzi am spune că accelera). Galileo a sesizat că exista o relație aparte între viteza bilei și timpul care trecea de când aceasta începea să se miște. Distanța era corelată cu pătratul (o valoare înmulțită cu ea însăși, cum ar fi 3×3) timpului necesar. Așadar, după două secunde, Galileo a descoperit că bila ar aluneca de patru ori mai repede. (Pătratul timpului apare și în lucrările oamenilor de știință de mai târziu, îl puteți căuta. Se pare că naturii îi plac lucrurile la pătrat.)

În toate acestea și în multe alte experimente, Galileo s-a dovedit a fi un om de știință foarte modern, pentru că știa că măsurătorile lui concrete nu erau întotdeauna aceleași; uneori clipim în momentul nepotrivit sau avem nevoie de timp ca să înregistrăm ceea ce vedem sau poate echipamentul nu este perfect. Totuși acestea sunt observațiile pe care le putem face despre lumea reală, iar Galileo era foarte interesat de lume așa cum o vedem în jurul nostru, nu de o lume abstractă în care totul era mereu perfect și exact.

Activitatea de început a lui Galileo despre obiectele în mișcare arată cât de diferit vedea el lumea în comparație cu Aristotel și sutele de gânditori de după el, și asta în ciuda importanței oferite permanent lui Aristotel în universități, care erau conduse de grupuri religioase. În 1609, Galileo a aflat despre un instrument nou care putea schimba chiar mai mult vechiul mod de gândire. Acest instrument avea să fie numit în scurtă vreme „telescop“, un cuvânt care înseamnă „a vedea departe“, așa cum „telefon“ înseamnă „a vorbi departe“, iar „microscop“, „a vedea ceea ce e mic“. Și telescoapele, și microscopul au fost foarte importante în istoria științei.

Primul telescop pe care Galileo l-a construit oferea numai o mică mărire a dimensiunii, dar el a fost oricum foarte impresionat de acesta. L-a îmbunătățit repede combinând două lentile, ca să obțină genul de putere de mărire pe care astăzi o avem cu un binoclu obișnuit, adică de aproximativ 15 ori. Nu pare prea mult, dar la vremea aceea a făcut senzație. Folosindu-l, putea vedea navele care soseau pe mare cu mult înainte de a fi observate cu ochiul liber. Mai important, Galileo și-a întors telescopul către cer și a fost uluit de ce a găsit acolo.

Când s-a uitat la Lună, și-a dat seama că nu era sfera perfectă, netedă, pe care și-o închipuiseră oamenii. Avea munți și cratere. Întorcând telescopul spre planete, le-a observat mișcările mai îndeaproape și a descoperit că o planetă, Jupiter, avea „luni“ așa cum Pământul avea luna lui. O altă planetă, Saturn, avea două mase mari care nu arătau ca niște luni și căroră astăzi le spunem „inele“. Putea vedea mișcările lui Venus și Marte mult mai clar și și-a dat seama că își schimbă direcția și prind viteză pe o traiectorie regulată și predictibilă. Soarele are zone întunecate, sau pete, care se mișcă puțin zilnic, în tipare regulate. (A învățat să se uite la Soare indirect, ca să-și protejeze ochii, cum trebuie să facem cu toții.) Telescopul i-a dezvăluit că minunata Cale Lactee, care apare ca o dâră de lumină neclară, estompată, când o privești cu ochiul liber într-o noapte senină, era în realitate compusă din mii și mii de stele individuale, foarte, foarte îndepărtate de Pământ.

Galileo a făcut toate aceste observații foarte importante, și multe altele, cu ajutorul telescopului. A scris despre ele într-o carte intitulată *Sidereus nuncius* (Mesagerul înstelat) (1610) care a creat mare vâlvă. Fiecare dezvăluire punea sub semnul întrebării ceea ce oamenii credeau despre cer. Unii credeau că ideile lui Galileo se bazau pe scamatorii pe care le făcea cu noul său „tub“, așa cum era numit telescopul, pentru că ceea ce nu putea fi văzut cu ochiul liber nu putea fi acolo. Galileo a trebuit să încerce să convingă oamenii că ceea ce arăta telescopul lui era real.

Mai ciudat și mai periculos era că observațiile lui Galileo constituiau o dovadă solidă că Nicolaus Copernic avusese dreptate și că Luna se învârtea în jurul Pământului; iar Pământul la rândul lui, alături de Lună și de celelalte planete orbitau cu toate Soarele. La vremea aceea cartea lui Copernic apăruse de aproape 70 de ani și avea un număr destul de însemnat de discipoli, atât protestanți, cât și catolici. Poziția oficială a Bisericii Catolice era că ideile lui Copernic erau folositoare pentru a cerceta mișcarea planetelor, dar ele nu erau adevărate. Dacă ar fi fost, multe pasaje din Biblie ar fi fost de neînțeles și ar fi trebuit deciptate din nou.

Dar Galileo voia să spună lumii despre descoperirile sale din astronomie. În 1615 s-a dus la Roma, sperând să capete permisiunea Bisericii de a preda ceea ce aflase. Mulți oameni – chiar și papa – erau de partea lui, dar, cu toate acestea, tot i s-a interzis să scrie sau să predea despre sistemul copernican. Nu a renunțat, și în 1624 și 1630 s-a dus din nou la Roma ca să testeze apele,

deși era bătrân și destul de bolnav. Era convins că, atâta vreme cât va prezenta sistemul copernican numai ca o posibilitate, va fi în siguranță. Cartea lui de astronomie, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* (Dialog despre cele două sisteme principale ale lumii), este scrisă ca o conversație între trei persoane: una îl reprezintă pe Aristotel, alta pe Copernic, iar a treia este moderatorul. Astfel, Galileo putea discuta argumentele pro și contra ale vechilor și noilor idei despre univers fără a fi nevoit să spună care erau corecte și care eronate.

E o carte minunată, plină de glume, scrisă, precum cele mai multe dintre scrierile lui Galileo, în limba lui maternă, italiana. (Învățații din toată Europa încă își scriau cărțile în latină.) Încă de la început era destul de evident de partea cui se afla Galileo. Un singur exemplu: personajul aristotelic a fost botezat Simplicio. Adevărul este că a existat un comentator antic al lui Aristotel cu acest nume, dar, la fel ca și în alte limbi, și în italiană numele duce cu gândul la „prostănac“, iar personajul nu este prea isteț. Copernicanul, numit Salviati, un nume care sugerează „înțelepciune“ și „siguranță“, are de departe cele mai bune replici și argumente.

Galileo a încercat din răspuțeri să obțină aprobarea oficială a Bisericii pentru cartea lui. Cenzorul de la Roma, care autoriza cărțile spre publicare, îl simpatiza pe Galileo, dar știa că vor fi probleme cu cartea, așa că și-a amânat decizia. Galileo i-a luat-o înainte și și-a tipărit cartea la Florența. Când înalții clerici din Roma au citit-o, nu au fost prea încântați și l-au convocat pe bătrânul Galileo la Roma. Cineva a scormonit prin acte și a scos la iveală un exemplar al vechii interdicții emise împotriva lui prin care nu i se dădea dreptul să predea sistemul copernican, iar după „procesul“ din 1633, care a durat trei luni, Galileo a fost obligat să spună că scrierea lui fusese o eroare și produsul vanității. Pământul, spunea el în confesiunea semnată, nu se mișcă și este în centrul universului. Există o legendă care spune că, imediat după condangare, Galileo a mormăit „Eppur si muove“ („Și totuși se mișcă“). Indiferent dacă a spus-o sau nu cu voce tare, cu siguranță a gândit-o, iar Biserica nu avea cum să-l forțeze să își schimbe părerile despre adevărata natură a lumii.

Biserica avea însă puterea de a-l arunca în închisoare și chiar de a-l tortura, dar, în cazul lui, jurații au recunoscut că Galileo nu era un om obișnuit, așa că l-a plasat în arest la domiciliu. Primul lui „arest la domiciliu“ în orașul

Siena nu a fost deloc strict – era sufletul multor serate –, așa că Biserica a insistat să se întoarcă la casa lui de lângă Florența, unde musafirii puteau fi lesne triați. Una dintre fiicele lui Galileo (care era călugăriță) a murit la scurtă vreme după aceea, iar ultimii lui ani au fost petrecuți în siguranță. Dar și-a continuat munca, întorcându-se la problemele legate de căderea obiectelor și de forțele care produc tipurile de mișcare pe care le vedem zilnic în jurul nostru. Marea lui lucrare, *Două noi științe* (1638), reprezintă unul dintre fundamentele fizicii moderne. A cercetat din nou accelerația corpurilor care cad și a folosit matematica pentru a demonstra că accelerația putea fi măsurată într-un fel care îl anticipa pe Isaac Newton și marea descoperire a acestuia în domeniul gravitației. A oferit, de asemenea, și o nouă modalitate de a gândi traiectoria lucrurilor aruncate cu putere prin aer, cum ar fi ghiulelele de tun, arătând cum se putea prognoza unde vor cădea. Cu această lucrare, conceptul de „forță” – ceea ce influențează ceva să se miște într-un anumit mod – și-a ocupat locul în studiul fizicii.

Nu știu dacă ați auzit vreodată expresia „rebel fără cauză”; ei bine, Galileo a fost un rebel cu o cauză. El a luptat pentru știință înțeleasă drept o cunoaștere care poate explica în propriii termeni felul în care funcționează lumea. Unele dintre ideile sale rebele au fost abandonate ulterior, pentru că erau greșite sau nu explicau întru totul lucrurile. Dar așa funcționează întotdeauna știința, și nici un domeniu al științei nu este o carte închisă, care cuprinde toate răspunsurile. Galileo știa acest lucru, la fel cum ar trebui să știe toți oamenii de știință moderni.

Capitolul 13. De jur împrejur: Harvey



Cuvintele „ciclu“ și „circular“ se bazează ambele pe cuvântul latin pentru „cerc“. A trece printr-un ciclu sau a circula înseamnă a te mișca în continuare până ce, la un moment dat, te vei întoarce de unde ai început fără

a observa, neapărat, că te-ai întors în punctul de început. Nu există prea multe cicluri perfecte în natură, dar există multă circulație. Pământul se rotește în jurul Soarelui. Apa circulă prin evaporarea din pământ, unde cade din nou sub formă de ploaie. Multe păsări migrează pe distanțe lungi în fiecare an, apoi se întorc în aceleași regiuni pentru a depune ouă și a-și reîncepe ciclul anual. Întreg procesul natural al nașterii, al creșterii și al morții, urmat de repetarea ciclului cu fiecare nouă generație, este tot un fel de circulație.

Numeroase cicluri, sau circulații, există și în corpul nostru. Unul dintre cele mai importante implică inima și sângele. Fiecare strop de sânge circulă prin corpul nostru de aproximativ 50 de ori în fiecare oră din viața noastră. Numărul variază, desigur, în funcție de ceea ce facem: dacă alergăm și inima trebuie să bată mai repede, timpul de circulație este scurtat; când dormim, inima bate mai rar, iar o picătură de sânge are nevoie de mai mult timp ca să se întoarcă la inimă. Astăzi învățăm toate aceste lucruri la școală, dar ele nu au fost întotdeauna atât de clare. Omul care a descoperit că sângele nostru circulă a fost un medic englez pe nume William Harvey (1578–1657).

Tatăl lui Harvey a fost un fermier care a ajuns negustor de succes, îndeletnicire pe care au urmat-o cinci dintre cei șase frați Harvey. Totuși William a ales medicina și în 1600, după ce și-a încheiat studiile medicale la Cambridge, s-a dus la Universitatea din Padova, unde cu câțiva ani înainte lucrase Vesalius și unde Galileo predă în acel moment astronomie și fizică.

Unul dintre profesorii lui de medicină de la Padova a fost Fabrizio di Acquapendente (1537–1619). Fabrizio continua tradiția cercetării începută cu multă vreme înainte de Aristotel, și a reușit să îl inspire pe Harvey. Magistrul și discipolul au asimilat amândoi două importante lecții de la Aristotel. Prima, că în toate creaturile vii, inclusiv ființele umane, organele din corp au forma sau structura pe care o au din cauza sarcinii pe care trebuie să o îndeplinească. Oasele și mușchii, de pildă, sunt așezați împreună astfel încât să putem alerga, ridica lucruri și, în condițiile în care nu e nimic în neregulă cu noi, nici nu le băgăm de seamă când funcționează în felul în care sunt proiectate să o facă. Aristotel mai credea că toate părțile plantelor și animalelor au un scop specific sau o funcție, întrucât Creatorul nu ar fi proiectat părți care să nu aibă nici un folos. Ochii noștri sunt construiți în felul în care sunt construiți ca să putem vedea; la fel și celelalte părți ale

corpului nostru – stomacul, ficatul, plămânii și inima. Fiecare organ are o structură specială tocmai ca să își poată îndeplini funcția particulară pe care o are. Această abordare pentru a înțelege felul în care funcționează corpul uman a fost numită „anatomie vie“ și era cu precădere folosită în găsirea „logicii“ felului în care operează corpul nostru. Medicilor le era clar că oasele sunt tari și își păstrează forma pentru că trebuie să ne susțină corpul când mergem sau alergăm. Mușchii sunt mai moi și mai flexibili întrucât contractiile și relaxarea lor ne ajută să ne mișcăm. Și totuși nu la fel de evident era că inima și relația ei cu sângele și vasele de sânge puteau fi înțelese aplicând aceeași logică. Poate ar trebui să spunem că astăzi acest mod de gândire despre funcțiile corpului se potrivește foarte bine și inimii, pentru că îl avem pe Harvey să ne îndrume.

În al doilea rând, Aristotel a insistat asupra rolului central pe care inima și sângele îl joacă în viața noastră, după ce a observat micuța inimă pulsând care era primul semn de viață dintr-un ou, în micul strop de sânge care urma să devină pui. Aristotel l-a convins pe Harvey că inima este în centrul vieții. Iar inima și circulația au devenit centrul carierei medicale a lui Harvey.

Profesorul lui Harvey, Fabrizio, a descoperit și el ceva care avea să devină crucial pentru Harvey: că multe dintre venele mari aveau valve în interior. Aceste valve sunt întotdeauna amplasate în așa fel încât sângele să meargă într-o singură direcție: spre inimă. Fabrizio a crezut că funcția lor era să împiedice sângele să se acumuleze în picioare sau să se scurgă în jos de la creier cu o forță prea mare. Harvey a valorificat toate aceste lecții când s-a întors în Anglia, după ce și-a încheiat studiile la Padova.

Cariera lui Harvey a mers din bine în mai bine. Și-a deschis un cabinet la Londra, a primit un loc de muncă la spitalul St. Bartholomew și a fost rugat să țină prelegeri de anatomie și de fiziologie în fața chirurgilor. A fost medicul a doi regi ai Angliei, Iacob I, și apoi al fiului său, Carol I. Faptul că a fost în apropierea lui Carol I nu l-a ajutat prea mult pe Harvey în această perioadă, mai ales după ce regele a fost înlăturat de pe tron de un grup de protestanți numiți puritani. Casa lui Harvey a fost atacată și arsă – și cu ea și multe manuscrise ale unor cărți pe care spera să le publice. A fost o mare pierdere pentru știință, mai ales că Harvey cercetase numeroase aspecte, inclusiv respirația, mușchii, dar și felul în care se formează animalele din

ouăle fertilizate. Regele Carol a permis ca unele dintre animalele sale regale să fie folosite de Harvey în experimentele lui.

Harvey a fost mereu fascinat de sânge. Credea că era cu adevărat partea esențială a ceea ce înseamnă a fi în viață. A spart și el câteva ouă și a văzut că primul semn de viață era un strop de sânge care pulsează ritmic. Acest lucru era adevărat și pentru alte animale pe care le-a examinat în formă embrionară (când se dezvoltau în ou sau în pântecul mamei). Inima, care de multă vreme era asociată cu sângele, exercita și ea fascinație asupra lui Harvey. Toată lumea știa că, atunci când inima nu mai bate, persoana sau animalul moare. Astfel, în timp ce sângele era important la începutul vieții, viața se încheia când inima nu mai bătea.

În general, inima noastră bate fără ca noi să băgăm de seamă. Dar uneori ne putem simți efectiv inima bătând, de pildă când suntem nervoși, speriați sau poate când ne antrenăm și ne simțim inima bubuind în cavitatea toracică: bum-bum, bum-bum, bum-bum. Harvey voia să înțeleagă „mișcarea” inimii, adică ce se întâmplă de fapt la fiecare bătaie. La fiecare bătaie a ei, inima se contractă („sistolă”) și apoi se relaxează („diastolă”). A disecat multe animale vii ca să le observe bătăile inimii, mai ales șerpi și alte animale cu sânge rece (cele care în general nu își pot regla temperatura corpului). Inimile lor băteau mai rar decât noastră, așa că putea observa mai bine bătăile. În timpul contracțiilor, valvele dintre camerele inimii se închid, iar cele care conectează inima la vasele de sânge se deschid. Când inima se relaxează, procesul e invers: valvele interne se deschid, iar cele dintre inimă și vasele de sânge (artera pulmonară și aorta) se închid. Harvey și-a dat seama că aceste valve funcționează exact la fel ca valvele venelor pe care le descoperise magistrul său, Fabrizio, iar că funcția lor părea a fi aceea de se asigura că sângele curge într-o anumite direcție.

Harvey a făcut mai multe experimente pentru a-i ajuta și pe alții să vadă ceea ce gândea el. Unul era chiar foarte simplu. A pus un bandaj strâns (numit garou) în jurul unui braț: dacă era foarte strâns, astfel încât sângele să nu mai curgă, mâna devenea foarte palidă; dacă slăbea puțin strânsoarea, sângele putea intra în braț, dar nu se putea întoarce la inima, iar mâna se făcea foarte roșie. Aceasta dovedea că sângele intra în braț cu o anumită presiune, pe care garoul strâns o bloca complet. Slăbirea strânsorii permitea sângelui să intre în artere, dar nu și să se întoarcă din braț prin vene.

După ce s-a uitat la atâtea inimi și s-a gândit îndelung la ele, Harvey a făcut un salt important în înțelegerea a ceea ce fac acestea. Și-a dat seama că într-un interval foarte scurt de timp prin inimă trecea mai mult sânge decât se afla în întreg corpul. Și era imposibil să se producă suficient de mult sânge pentru ca fiecare bătaie să pompeze sânge nou – și la fel de imposibil era și ca organismul uman să îl conțină pe tot. Așadar sângele trebuia să plece de la inimă cu fiecare bătaie, să călătorească prin artere, apoi în vene și să se întoarcă la inimă pentru a începe un nou ciclu de „circulație“.

„În particular, am început să iau în calcul faptul că sângele avea o mișcare, ca și cum ar fi fost într-un fel de cerc.“ A scris aceste cuvinte (în latină) în 1628, într-o carte scurtă numită *De motu cordis* (Despre mișcarea inimii). Se pare că ar fi început să scrie ceva despre contracția și relaxarea inimii și a sfârșit descoperind ce funcții îndeplinesc aceste procese. Și-a dat seama că sângele este pompat în plămâni (din camera dreaptă a inimii), precum și în cea mai mare arteră, aorta, din stânga. De la aortă, sângele se duce în artere mai mici care se ramifică din ea, și apoi se transferă în vene, unde valvele se asigură că fluxul este corect direcționat și întors în partea dreaptă a inimii prin cea mai mare venă, vena cava.

La fel ca Vesalius, Harvey a insistat întotdeauna că dorește să învețe despre structurile și funcțiile corpului din propriile cercetări, nu din cărțile scrise de alții. Dar, spre deosebire de Vesalius, a lucrat mai mult pe animale vii, nu pe cadavre umane. Nu a reușit să pună sub semnul întrebării 2 000 de ani de învățături medicale despre sânge și inimă, dar a înțeles că descoperirile lui aveau să fie controversate, pentru că demonstra că teoria lui Galen despre inimă și sânge era greșită. Și-a apărat ideile în fața criticilor, majoritatea discipoli ai lui Galen, care considerau că gândirea sa era prea extremă. Dar exista o hibă importantă în teoria sa: nu putea răspunde la întrebarea crucială despre cum ajunge sângele din arterele mai mici în venele mici, ca să-și înceapă călătoria de întoarcere spre inimă.

Această mică parte a misterului a fost dezlegată cam spre finalul vieții lui Harvey de către unul dintre discipolii săi italieni, Marcello Malpighi (1628–1694), care era expert în folosirea unui nou instrument numit microscop, utilizat din jurul anilor 1590, dar care fusese îmbunătățit pe vremea lui Malpighi. Astfel, a putut să privească mai îndeaproape decât oricine altcineva înaintea lui la structura delicată a plămânilor, a rinichilor și a altor

organe și a descoperit micile canale care conectează cele mai mici artere și venele: capilarele. „Ciclul“ lui Harvey era complet.

Prin munca sa deschizătoare de drumuri Harvey a arătat ce se poate descoperi prin experimentare atentă; pe măsură ce ideile lui au fost acceptate de tot mai mulți, oamenii l-au recunoscut ca fondator al experimentului în biologie și medicină. În acest fel, el i-a încurajat și pe alții să caute singuri și să cerceteze mai amănunțit alte funcții ale corpului, cum ar fi ce se întâmplă în plămâni când respirăm, sau în stomac, când digerăm hrana. Și, la fel ca Vesalius și Galileo înaintea lui, a ajutat oamenii să își dea seama că orice cunoaștere științifică poate fi îmbunătățită și că putem ști mai multe despre natură decât oamenii la fel de inteligenți care au trăit cu 1 000 (sau chiar cu 50) de ani înaintea noastră.

Capitolul 14. Cunoașterea înseamnă putere: Bacon și Descartes



În secolul dintre Copernic și Galileo știința schimbase cu totul lumea. Pământul nu mai era în centrul universului, iar noile descoperiri din

anatomie, fiziologie, chimie și fizică au amintit oamenilor că anticii nu le-au știut chiar pe toate. Mai erau multe, foarte multe de descoperit.

De asemenea, oamenii au început să se gândească la știința însăși. Care era cea mai bună cale de a o practica? Cum ne puteam asigura că noile descoperiri erau corecte? Și cum puteam folosi știința pentru a ne îmbunătăți confortul, sănătatea, fericirea? Doi oameni în special au cugetat îndelung asupra științei: unul a fost un avocat și politician englez; celălalt, un filosof francez.

Englezul era Francis Bacon (1561–1626). Tatăl lui, Nicholas Bacon, s-a ridicat dintr-o familie umilă și a ajuns un oficial important la curtea reginei Elisabeta I. Nicholas știa cât de importantă era educația, așa că și-a trimis fiul la Universitatea Cambridge. Și Francis a slujit-o pe regina Elisabeta, apoi pe regele Iacob I, după moartea Elisabetei. Era expert în dreptul britanic, luase parte la mai multe procese importante și, după ce a devenit lord cancelar, a fost una dintre figurile juridice importante ale epocii sale. A fost activ și ca membru al Parlamentului.

Bacon a fost foarte pasionat de știință. A petrecut multă vreme făcând experimente de chimie și observând tot felul de lucruri curioase în natură, de la plante și animale la vreme și magnetism. Dar mai importante decât orice descoperire pe care a făcut-o au fost argumentele sale elegante și persuasive despre motivele pentru care știința merita practică și cum ar fi trebuit făcut acest lucru. Bacon i-a îndemnat pe oameni să prețuiască știința. „Cunoașterea înseamnă putere“, e una dintre vorbele sale faimoase, iar știința e cea mai bună cale de a dobândi cunoaștere. Așa că i-a încurajat pe Elisabeta și pe Iacob să folosească fonduri publice ca să construiască laboratoare și să ofere oamenilor de știință locuri în care să lucreze. Oamenii de știință, s-a gândit el, ar trebui să formeze societăți sau academii, astfel încât să se poată întâlni și schimba idei și observații. Știința, spunea el, oferă oamenilor mijloacele de a înțelege natura și, prin înțelegere, posibilitatea de a o controla.

Bacon a scris clar despre cea mai bună cale de a progresa pe care o are știința la dispoziție. Oamenii de știință trebuiau să se asigure că erau precise și ușor de înțeles de către ceilalți cuvintele pe care le foloseau. Trebuiau să își abordeze cercetările cu mintea deschisă, nu să încerce să demonstreze

ceea ce credeau că știu deja. Mai presus de toate, trebuiau să repete experimentele și observațiile, ca să fie siguri de rezultatele lor. Aceasta este metoda inducției. De pildă, socotind, cântărind și amestecând iar și iar substanțele chimice, chimistul poate deveni cu îndreptățire sigur că știe ce se va întâmpla. Poate folosi aceste inducții ca să formeze generalizări, care la rândul lor îi vor indica legile care guvernează felul în care funcționează natura. Ideile lui Bacon au continuat să inspire multe generații de oameni de știință, fiind o sursă de inspirație și în ziua de azi.

La fel se întâmplă, deși în moduri diferite, cu ideile francezului René Descartes (1596–1650). El a cugetat îndelung asupra lucrărilor lui Harvey și ale lui Galileo. La fel ca Galileo, Descartes era un catolic care credea cu fervoare că religia nu trebuie să se amestece în studiul lumii naturale. La fel ca Harvey, Descartes a examinat organismele umane și animale și a explicat cum funcționează în feluri care depășeau cu mult învățăturile lui Galen. De fapt, mai mult decât Harvey sau Galileo, Descartes a încercat să întemeieze știința și filosofia pe baze cu totul noi. Deși astăzi ne amintim de el mai mult ca filosof, a fost un om de știință practician mai mult decât Bacon.

Descartes s-a născut în La Haye, în Touraine, Franța. Băiat isteț fiind, a urmat faimoasa școală La Flèche din regiunea Loara, unde se fac excelențele vinuri franțuzești. La școală a învățat despre descoperirile lui Galileo cu telescopul, despre sistemul copernican care pune Soarele în centrul universului și despre ultimele evoluții din matematică. A absolvit Dreptul la Universitatea Poitiers și apoi a făcut un gest foarte surprinzător: a intrat voluntar într-o armată a protestanților. Pe durata întregii vieți de adult a lui Descartes, războiul a devastat Europa (Războiul de Treizeci de Ani); vreme de aproape nouă ani, Descartes însuși a fost implicat în acest război. Totuși el nu a luptat niciodată efectiv, cu toate că știința lui despre matematica practică și unde ar fi putut ateriza ghiulelele de tun i-ar fi putut ajuta pe soldați. În acești ani a fost legat și de armatele protestante, și de cele catolice, și era de fiecare dată acolo unde avea loc un eveniment important, fie el politic sau militar. Nu știm ce făcea și nici de unde a avut bani ca să călătorească atât de mult. Poate era spion. Dacă da, a fost probabil pentru catolici, căroră le-a rămas întotdeauna loial.

La începutul aventurilor sale, pe 10 noiembrie 1619, într-o cameră caldă, lângă o sobă fierbinte, pe jumătate treaz, pe jumătate adormit, a tras două

concluzii. Prima: dacă era să ajungă vreodată la adevărata cunoaștere, avea să o facă pe cont propriu. Învățăturile lui Aristotel și ale altor autorități științifice nu aveau să-l ajute. Trebuia să o ia de la capăt. În al doilea rând, a tras concluzia că singura cale de a o lua de la capăt era pur și simplu de a se îndoii de toate! În aceeași noapte, mai târziu, a avut trei vise pe care le-a interpretat ca încurajându-i ideea. Nu a publicat nimic atunci, oricum aventurile sale militare erau abia la început. Dar această zi (și noapte) decisivă l-a așezat pe calea explicării universului și a toate câte sunt în el, precum și a regulilor care i-ar fi putut ajuta pe ceilalți să obțină, în deplină încredere, cunoaștere științifică.

A te îndoii de toate însemna a nu considera nimic ca fiind de la sine înțeles; apoi, încetul cu încetul, urmărindu-ți instinctul, ajungi să accepți numai lucrurile de care poți fi sigur. Dar de ce putea fi el sigur? De un singur lucru, în primă instanță: că el planifica acest proiect științific și filosofic. El era cel care se gândea cum să ajungă la o anumită cunoaștere sau, mai simplu, el gândea. Cogito, ergo sum, a scris în latină. „Gândesc, deci exist.“ Și exist pentru că gândesc aceste gânduri.

Această declarație simplă a fost punctul de plecare al lui Descartes. Toate bune și frumoase, vom spune noi, dar ce urmează? Pentru Descartes, consecința a fost una imediată și cuprinzătoare: exist pentru că gândesc, dar îmi pot imagina că aș putea gândi fără a avea un corp. Totuși, dacă aș avea un corp și nu aș putea gândi, nu aș avea cum să știu asta. În consecință, corpul meu și partea de gândire (mintea sau sufletul meu) trebuie să fie separate și distincte. Acesta a fost fundamentul dualismului, noțiunea că universul este făcut din două tipuri de lucruri complet diferite: materia (de pildă corpul uman, dar și scaunele, piatra, planetele, câinii și pisicile) și spiritul (sufletul uman sau mintea). Descartes a insistat că mintea noastră – cum știm noi că existăm – are un loc aparte în univers.

Înainte și multă vreme după Descartes oamenii au recunoscut că ființele umane sunt un soi aparte de animale. Avem abilitatea de a face lucruri pe care nici un alt animal nu le poate face: să scriem și să citim, să găsim sens în complexitatea lumii, să construim avioane și bombe atomice. Faptul de a fi speciali nu era o parte neobișnuită a diferenței operate de Descartes între mintea și corpul nostru. Pasul uimitor a fost ceea ce a făcut cu restul lumii, partea materială. Lumea e făcută din minte și materie, a spus el, iar materia

este subiectul științei. Asta înseamnă că materialul, non-gânditorul, părți ale felului în care funcționăm pot fi înțelese în termeni fizici. Și asta mai înseamnă că toate plantele și celelalte animale, toate lipsite de suflet, pot fi și ele complet reduse la materia care își face treaba. Alături de copaci și de flori, peștii și elefanții nu sunt nimic altceva decât mașinării mai mult sau mai puțin complicate. Conform lui Descartes, toate sunt lucruri care pot fi complet înțelese.

Descartes știa despre automata, figuri mecanice care imitau viața concepute special să se miște și să facă anumite lucruri. Le-am putea numi roboți. De pildă, multe dintre turnurile cu ceas din secolul al XVII-lea aveau mici figurine mecanice, de multe ori un bărbat care ieșea când bătea gongul. Erau în mare vogă în vremea lui Descartes (unele încă mai funcționează). Oamenii se întrebaseră deja dacă nu cumva – dat fiind că oamenii au putut face figuri atât de delicate, capabile să se miște și să imite oamenii și animalele – un mecanic mai bun nu ar putea face un câine care să poată să și mănânce și să latre, nu numai să se miște. Descartes nu își dorea să facă astfel de jucării, dar, în concepția lui, plantele și animalele erau automata extrem de complicate, fără sentimente reale și numai cu capacitatea de a răspunde la ceea ce se întâmpla în jurul lor. Aceste mașinării erau materie, care putea fi înțeleasă de oamenii de știință în forma principiilor mecanice și chimice. Descartes citise scrierile lui William Harvey despre acțiunile „mecanice” ale inimii și despre circulația sângelui și credea că acestea îi ofereau dovezi pentru sistemul său. (Propria explicație despre ce se întâmplă când sângele ajunge la inimă și de ce este pus în circulație a fost uitată.) Descartes avea mari speranțe că o astfel de idee ar fi putut explica multe despre sănătate și boli și, în ultimă instanță, avea să ofere oamenilor cunoașterea despre cum să trăiască, dacă nu veșnic, măcar pentru o perioadă foarte îndelungată.

Demonstrând, spre marea sa mulțumire, că universul este alcătuit din două tipuri separate de lucruri, materia și mintea, Descartes s-a întrebat cum sunt de fapt conectate mintea umană și corpul. S-a întrebat cum puteau fi conectate dacă materia are substanță și ocupă un spațiu, iar mintea este opusul, nu este localizată nicăieri și nu are nici o bază materială. Era un lucru comun pe vremea lui Hipocrate ca puterea noastră de a gândi să fie asociată cu creierul. O lovitură în cap putea doborî un om și mulți medici au observat că rănilor și bolile creierului conduc la modificări ale funcției

mentale. La un moment dat, Descartes a părut a crede că sufletul uman este localizat într-o glandă, în mijlocul creierului; dar, conform logicii sistemului pe care l-a creat, știa că materia și mintea nu puteau interacționa niciodată fizic. Ulterior, oamenii au numit acest model de ființe umane „duhul din mașinărie“, ceea ce însemna că organismele noastre – mașinăriile – erau cumva conduse de o minte sau de un suflet, ca un fel de duh. Dar se puneau atunci problema de a explica cum se făcea că cimpanzeii, câinii, caii și alte animale aveau atâtea capacități mentale comune cu oamenii, fără a avea propriile lor „duhuri“. Câinii și pisicile pot manifesta frică sau furie, iar câinii par capabili cel puțin să își exprime dragostea pentru stăpânii lor. (Pisicile funcționează după o lege aparte.)

Mintea curioasă a lui Descartes s-a întrebat multe alte lucruri: deloc surprinzător pentru cineva care a scris o carte intitulată simplu *Le Monde* (Lumea). A acceptat ideea lui Copernic despre relația dintre Pământ și Soare, dar a fost mai grijuliu decât Galileo în prezentarea ideilor sale, ca să nu ofenseze autoritățile Bisericii. A scris și despre mișcare, despre obiecte care cad și despre alte probleme care l-au atras pe Galileo. Din păcate, în ciuda faptului că la vremea lui a avut câțiva discipoli, ideile lui Descartes despre felul în care funcționează universul nu au putut concura cu acelea ale gigantilor ca Galileo și Isaac Newton; astăzi, puțini sunt cei care își mai amintesc de fizica lui Descartes.

Dacă la ora de fizică a pierdut în fața altora mai isteți, fie că știți sau nu, călcați pe urmele lui Descartes ori de câte ori rezolvați probleme de algebră sau de geometrie. Descartes a avut scilipitoarea idee de a aduce a , b , c în problemele de algebră, care reprezintă datele cunoscute, și x , y , z , pentru datele necunoscute. Așa că atunci când ni se cere să rezolvăm o ecuație precum $x = a + b^2$, continuăm să facem ceea ce a început Descartes. Și când desenăm ceva pe un grafic cu o axă verticală și una orizontală, folosim tot invenția lui. Descartes însuși a rezolvat multe probleme despre aceste subiecte de algebră și geometrie în cartea sa, singura de acest fel din lume publicată la acea vreme.

Separând clar corpul de minte, lumea materială și cea mentală, Descartes a subliniat cât de importantă este lumea materială pentru știință. Astronomia, fizica și chimia au de-a face cu materia. La fel și biologia; iar dacă ideile sale despre animalul-mașinărie par puțin vetuste, biologii și doctorii încă încearcă

să înțeleagă cum funcționează animalele și plantele în termenii părților lor materiale. A fost un ghinion pentru Descartes că ideea lui cum că medicina ar trebui să arate oamenilor cum să trăiască mai mult a luat-o cu mult înaintea vremii sale. El însuși a fost destul de sănătos până când a acceptat o invitație de a merge în Suedia pentru a o învăța pe regină despre filosofia și cunoașterea sa despre lume. Aceasta se trezea devreme și insista ca lecțiile să aibă loc la primele ore ale dimineții. Descartes ura frigul. Nu a supraviețuit nici măcar unei singure ierni în Suedia. A făcut o infecție și a murit în februarie 1650, cu șapte săptămâni înainte de a împlini 54 de ani. Un sfârșit trist pentru un om care credea că va trăi cel puțin 100 de ani.

Bacon și Descartes au avut idealuri mărețe pentru știință. Au avut idei diferite despre cum ar putea progresa știința, dar au fost absolut convinși că aceasta ar fi trebuit să se întâmple. Bacon a avut viziunea științei ca o întreprindere împărtășită, finanțată de stat. Descartes era mai înclinat să rezolve lucrurile pe cont propriu. Amândoi doreau ca oamenii să-și asume și să-și dezvolte ideile. Amândoi credeau că știința e o activitate specială, deasupra zgomotului vieții cotidiene. Merita să fie remarcată, pentru că știința ne sporește cunoașterea și capacitatea de a înțelege natura. O astfel de înțelegere ne-ar putea îmbunătăți viața și ar spori binele public.

Capitolul 15. „Noua chimie“



Dacă aveți un set de chimie, atunci probabil știți deja despre hârtia de turnesol. Aceste mici benzi de hârtie specială vă spun dacă o soluție este acidă sau alcalină. Dacă picurați puțin oțet în apă (ca s-o faceți acidă) și

introduceți în ea hârtia albastră, aceasta se va înroși. Dacă încercați cu clor (care este alcalin), atunci hârtia va deveni albastră. Data viitoare când folosiți hârtie de turnesol, gândiți-vă la Robert Boyle, pentru că el a creat testul acum mai bine de 300 de ani.

Boyle (1627–1691) s-a născut într-o numeroasă familie aristocrată din Irlanda. Era mezinul familiei și nu a fost nevoit să își facă vreodată griji în legătură cu banii. Spre deosebire de mulți alți oameni avuți, Boyle a fost mereu generos cu averea sa și a donat o bună parte din ea pentru caritate. A plătit pentru traducerea Bibliei într-una din limbile amerindienilor. Religia și știința au ocupat locuri la fel de importante în viața lui.

A petrecut câțiva ani la Eton, școala englezească de elită, apoi a călătorit prin Europa, unde a avut o serie de tutori particulari. Boyle s-a întors în Anglia, unde războiul civil făcea ravagii: o parte din familia sa îl sprijinea pe regele Carol I, altă parte ținea cu parlamentarii, care încercau să-l detroneze pe rege și să instaureze republica. Sora lui l-a convins să se alăture adeptilor parlamentarismului și, prin ea, l-a cunoscut pe entuziastul reformator social, politic și științific Samuel Hartlib. Ca și Francis Bacon, Hartlib credea că știința avea puterea de a îmbunătăți viața oamenilor și l-a convins pe tânărul Boyle că studiind agricultura și medicina putea contribui din plin la această îmbunătățire. Boyle a început cu medicina și a cercetat pentru a găsi remedii pentru diferite boli; în demersul său, s-a ales cu pasiunea de-o viață pentru chimie.

Unii oameni credincioși se tem să intre în contact – ei înșiși sau copiii lor – cu ideile noi, căci se tem că le-ar putea fi subminată credința. Robert Boyle nu era un astfel de om. Credința lui religioasă era atât de neclintită, încât putea citi tot ceea ce era legat de vastele lui interese științifice. În prima parte a vieții lui Boyle, Descartes și Galileo erau figuri controversate, dar el i-a studiat atent pe amândoi – a citit Mesagerul înstelat al lui Galileo în 1642, în Florența, chiar în anul morții lui Galileo – și s-a folosit de ideile lui în munca sa. Boyle era interesat și de atomiștii din vechime (Capitolul 3), deși nu era întru totul convins de credința lor că universul e făcut numai din „atomi și vid“. Totuși știa că existau niște unități de bază în materia universului, pe care el le-a numit „corpusculi“; oricum, își putea continua munca fără a se asocia în vreun fel cu ateistul atomism al anticilor greci.

Boyle era nemulțumit și de teoria celor patru elemente a lui Aristotel – aer, pământ, foc și apă – și a dovedit printr-un experiment că nu era corectă. A ars un băț din lemn crud și a arătat că fumul degajat nu era aer. Aer nu era nici fluidul care rezulta dacă turnai peste lemnul ars o oală cu apă. Flacăra era diferită în funcție de ceea ce se ardea, așadar nu era foc pur, iar cenușa care rămânea nu era pământ. Analizând cu minuțiozitate rezultatele acestor experimente simple, Boyle a făcut suficiente pentru a dovedi că ceva atât de banal precum lemnul nu era făcut din aer, pământ, foc și apă. A arătat și că anumite substanțe, precum aurul, nu pot fi descompuse. Când este încălzit, aurul se topește și curge, dar nu se schimbă ca lemnul care a fost ars: aurul, când se răcește, revine la forma inițială. Boyle și-a dat seama că lucrurile de care suntem înconjurați în viața de zi cu zi, cum ar fi mesele de lemn și scaunele, rochiile de lână și pălăriile, erau făcute dintr-o varietate de componente, dar nu puteau fi reduse la cele patru elemente ale grecilor sau la cele trei elemente ale lui Paracelsus. Unii cred că Boyle a venit cu definiția modernă a elementului chimic. În mod cert s-a apropiat de aceasta când a descris elementele ca lucruri „care nu sunt făcute din alte corpuri sau unele din altele“. Dar nu a mers mai departe pe această cale și nici nu a folosit ideea în propriile experimente chimice.

În schimb, noțiunea lui Boyle de „corpuscul“ ca unitate a materiei se potrivea foarte bine scopurilor sale experimentale. Boyle a fost un experimentator neobosit, petrecând ore întregi în laboratorul său, fie singur, fie cu prietenii, și transcriindu-și în amănunt experimentele în cărțile sale. Într-un fel tocmai această atenție la detaliu îl face pe Boyle atât de special pentru istoria științei. El și prietenii săi doreau ca știința să fie deschisă și publică și ca și alți oameni să poată folosi cunoștințele dobândite de ei. Nu mai era suficient să susții că ai descoperit cine știe ce mister ascuns al naturii, cum făcuse Paracelsus. Era nevoie ca un om de știință să fie capabil să demonstreze respectivul secret în fața celorlalți, fie personal, fie în scris.

Insistența asupra caracterului deschis al științei era una dintre regulile de bază în cercurile științifice în care se mișca Boyle. Primul dintre acestea a fost un grup informal de la Oxford, unde a locuit în anii 1650. Când cei mai mulți din grup s-au mutat la Londra, s-au asociat și alții și au înființat ceea ce va deveni în 1662 Societatea Regală din Londra, și azi una dintre principalele asociații științifice din lume. Toți știau că astfel făceau ceea ce propusese și Francis Bacon, o jumătate de veac mai devreme. Boyle era farul

călăuzitor al acestui club devotat sporirii cunoașterii. Încă de la început, colegii – cum erau numiți membrii societății – erau dornici ca noua cunoaștere pe care o descopereau și o discutau la întrunirile lor să fie folositoare.

Unul dintre colaboratorii preferați ai lui Boyle era alt Robert, cu câțiva ani mai tânăr decât el: Robert Hooke (1635–1702). Hooke era chiar mai inteligent decât Boyle, dar, spre deosebire de acesta, provenea dintr-o familie săracă. Toată viața fusese nevoit să își câștige existența prin agerimea minții. Hooke a fost angajat de Societatea Regală ca să facă experimente la fiecare întrunire. A devenit foarte priceput la manevrarea și inventarea unei mari varietăți de echipamente științifice. A născocit multe experimente științifice, de pildă pentru a măsura viteza sunetului sau pentru a cerceta ce se întâmplă când se face transfuzie de sânge de la un câine la altul. În unele cazuri, câinele care a primit sânge a fost mai vioi, ceea ce i-a încurajat pe unii să experimenteze pe oameni. Au făcut transfuzie de la un miel la om, dar nu a funcționat. Și la Paris s-a întâmplat să moară singura persoană care a primit o transfuzie de sânge, așa că aceste experimente au fost abandonate. Sarcina săptămânală a lui Hooke la Societatea Regală era să pregătească două sau trei experimente mai puțin periculoase, ca să distreze și să stimuleze colegii.

Hooke a fost unul dintre primii „savanți” care s-a folosit mult de microscop. („Savant” înseamnă literal „cel care știe”, iar termenul era folosit adesea pentru a-i descrie pe cei pe care îi numim astăzi oameni de știință.) Și-a folosit microscopul pentru a dezvălui o nouă lume de lucruri invizibile cu ochiul liber, cum ar fi structura plantelor, a animalelor și a altor lucruri, care nu ar fi putut fi niciodată expusă fără acest instrument. Membrilor societății le plăcea la nebunie să se uite la microscop la întâlnirile lor, unde, alături de demonstrațiile lui Hooke, primeau multe semnale de la celălalt faimos microscopist al lumii, un olandez numit Antonie van Leeuwenhoek (1632–1723). Acesta a lucrat ca negustor de pânzeturi, dar în timpul liber a pus la punct și a șlefuit niște lentile foarte mici, care pu-teau mări de mai bine de 200 de ori. Trebuia să facă lentile noi pentru fiecare observație, așa că în lunga lui viață a meșterit sute. Punea fiecare lentilă într-un suport metalic, iar micul obiect pe care dorea să-l examineze era amplasat în spatele acestuia. A găsit mici organisme în apa din iaz, bacterii în resturi de pe dinți și multe alte lucruri uluitoare. Și Hooke credea că microscopul îl poate aduce pe observator mai aproape de natură, iar planșele din cartea sa, *Micrographia*,

publicată în 1665 (anul ciumei londoneze), au făcut senzație. Multe dintre aceste ilustrații ni se pot părea ciudate astăzi, pentru că arată insecte foarte mari, mărite sub lupă, precum muște sau păduchi; dar aceste desene au devenit repede faimoase. Cartea lui era plină și de observații și speculații despre structurile și funcțiile altor lucruri pe care le putuse vedea prin microscop. A arătat de pildă o imagine a unei secțiuni fine în plută, dintr-un arbore de plută, materialul folosit pentru dopurile sticlelor de vin. A numit micile structuri în formă de cutie pe care le-a văzut acolo „celule“. De fapt nu erau ceea ce numim astăzi „celule“, dar numele a rămas.

Atât Boyle, cât și Hooke aveau un instrument mecanic preferat: versiunea lor de pompă cu aer. Aceasta funcționa în același fel în care funcționează astăzi pompa cu care umflăm cauciucurile de bicicletă sau mingile de fotbal. Avea o cavitate centrală largă, cu un înveliș strâns care se putea deschide în vârf și o altă deschizătură în partea de jos, unde exista o valvă prin care gazul putea fi tras înăuntru sau expulzat. Poate nu vi se pare prea interesant, dar a ajutat la rezolvarea unui mare mister științific al acelor vremuri: cum putem obține un vid, adică un spațiu complet gol, care să nu conțină nici măcar aer. Descartes insistase că vidul e o imposibilitate. („Natura detestă vidul“ era propoziția obișnuită prin care se exprima această idee.) Dar, dacă, așa cum susținea Boyle, materia era compusă în ultimă instanță din corpusculi separați, de forme diferite, atunci între ei trebuia să existe un spațiu. Dacă încălzim ceva, apa de pildă, astfel încât să se evapore și să se transforme în gaz, atunci aceiași corpusculi vor fi acolo, spunea Boyle, dar gazul ocupă mai mult spațiu decât a făcut-o lichidul. După multe experimente cu încălzirea lichidelor până în starea gazoasă, a observat că toate gazele se comportă aproximativ la fel când se află în pompa de gaz. Boyle și Hooke au ajuns la o concluzie cunoscută și astăzi ca „legea lui Boyle“. La o temperatură constantă, volumul pe care-l ocupă orice gaz are o relație matematică specială cu presiunea sub care se află. Așadar, dacă măriți presiunea prin micșorarea spațiului pe care-l ocupă, gazul se înghesuie în spațiul disponibil. (Dacă veți crește temperatura, gazul se va dilata și își va face efectul o altă presiune, dar principiul de bază rămâne același.) Pe viitor, legea lui Boyle va ajuta la realizarea motorului cu aburi, așa că ne vom întoarce la ea când vom ajunge acolo.

Boyle și Hooke au folosit pompa de aer pentru a analiza caracteristicile multor gaze, inclusiv ale „aerului“ pe care-l respirăm. Cum ne amintim,

aerul era unul dintre elementele anticilor, dar tot mai mulți oameni din secolul al XVII-lea începeau să înțeleagă că aerul care ne înconjoară și ne ține în viață nu este o simplă substanță. Era implicat în respirație, evident, dat fiind că tragem aer în plămâni când inspirăm. Dar ce altceva mai făcea? Boyle și Hooke, și separat, și împreună, au fost foarte interesați de ceea ce se întâmplă când ardem lemn sau cărbune. Se mai întrebau și de ce sângele era de un roșu întunecat înainte de a intra în plămâni și de un roșu aprins, luminos, când ieșea din ei. Hooke a legat aceste două întrebări și a sugerat că ceea ce se întâmplă în plămâni e un fel aparte de combustie, în care „aerul” e substanța care face legătura între respirație și ardere. Hooke a lăsat lucrurile aici, dar problemele din jurul compoziției și naturii „aerului”, precum și cele legate de fenomenele care se petrec în timpul respirației și al combustiei au continuat să intrige oamenii de știință mai bine de un veac după Boyle și Hooke, pe măsură ce au repetat și au dezvoltat experimentele acestora.

E greu de găsit un domeniu al științei la care Robert Hooke să nu se fi gândit. A inventat un ceas care funcționa pe baza unui set de arcuri, o mare îmbunătățire în măsurarea timpului; s-a aplecat asupra originii fosilelor și a cercetat natura luminii. A avut lucruri fascinante de spus despre problemele despre care am vorbit înainte, iar despre acestea vom discuta în amănunt în capitolul următor: anume forța și fizica mișcării. Hooke cerceta aceste subiecte în același timp cu Isaac Newton. Dar, după cum vom vedea, Newton însuși e unul dintre motivele pentru care toată lumea a auzit de sir Isaac, dar puțini sunt cei care au aflat despre domnul Hooke.

Capitolul 16. Tot ce urcă...: Newton



Mă îndoiesc că ați cunoscut vreo persoană la fel de inteligentă ca Isaac Newton; eu, unul, nu am cunoscut. Dar s-ar putea să fi cunoscut oameni la fel de dezagreabili ca el. Era antipatizat de majoritatea cunoscuților, avea

crize de nervi și credea că toată lumea încearcă să îi facă rău. Era secretos, vanitos și de multe ori uita să mănânce. Avea multe alte trăsături neplăcute, dar era deștept, și tocmai această deșteptăciune ne-o amintim astăzi, cu toate că e destul de greu de înțeles ce a gândit și a scris.

Isaac Newton (1642–1727) poate că a fost un tip antipatic în mai toate conjuncturile din viața lui, dar copilăria sa a fost cu adevărat oribilă. Tatăl lui a murit înainte ca el să se nască, iar mama, care nu se aștepta ca bebelușul să trăiască, l-a lăsat cu părinții ei după ce s-a recăsătorit și și-a întemeiat o altă familie. Newton și-a urât tatăl vitreg, și-a detestat bunicul și nu era prea atașat nici de mama și nici de bunica sa. De la cea mai fragedă vârstă a început să nu suporte oamenii. Prefera să fie singur, atât copil fiind, cât și la bătrânețe. Era însă evident că era foarte inteligent, așa că a fost trimis la școala de gramatică din Grantham, aproape de locul unde locuia, în Lincolnshire. A învățat temeinic latina (scria cu aceeași ușurință în engleză și în latină), dar și-a petrecut cea mai mare parte a anilor de școală făcând modele de ceasuri și alte dispozitive mecanice și construind ceasuri solare.

A dat dovadă de originalitate și când s-a dus la Trinity College, în Cambridge, în 1661. Trebuia să citească textele anticilor, precum Aristotel și Platon. A citit puțin din ei (își lua notițe cu mare minuțiozitate, așa că știm ce a citit), dar preferații săi erau modernii: Descartes, Boyle și alți exponenți ai noii științe. Cititul era în regulă, dar el voia să își dea seama cum stau lucrurile pe cont propriu, folosindu-și mintea. Pentru asta a născocit multe experimente noi, dar marele lui geniu se manifesta în matematică și cum putea fi aceasta folosită pentru a înțelege mai bine universul.

Newton a articulat multe dintre ideile lui în următorii doi, trei ani extrem de productivi. Nici un alt om de știință, cu excepția lui Einstein (Capitolul 32) nu a făcut atât de multe într-un interval atât de scurt de timp. Cei mai buni ani ai lui Newton au fost 1665 și 1666. O parte din acest timp l-a petrecut în casa mamei sale în Woolsthorpe, Lincolnshire, pentru că epidemia de ciumă care bântuia Anglia obligase Universitatea Cambridge să își închidă porțile și să-i trimită pe studenți acasă. În acest timp Newton a văzut merele coapte căzând din copac în grădina mamei sale. Probabil nu a fost atât de dramatic cum spune legenda, dar asta i-a amintit de o problemă care încă își aștepta rezolvarea: de ce cad lucrurile în jos, pe pământ.

În această perioadă s-a ocupat de multe probleme științifice. Să luăm matematica, de pildă. Galileo, Descartes și alți filosofi naturaliști (adică oameni de știință) contribuiseră mult la dezvoltarea matematicii ca subiect și, mai important chiar, la folosirea acesteia pentru înțelegerea rezultatelor observațiilor și ale experimentelor lor. Newton era un matematician și mai bun și era scriitor în folosirea acesteia în activitatea sa științifică. Pentru a descrie matematic lucruri precum mișcarea și gravitația, algebra și geometria nu sunt suficiente. Când se examinează un glonț tras dintr-un pistol, un măr care cade din copac ori poate o planetă care se învâрте în jurul Soarelui, trebuie să ne concentrăm asupra distanței străbătute în cel mai mic timp cu putință. Mulți naturaliști de dinaintea lui Newton au văzut această problemă și au venit cu diferite soluții. Dar Newton, având puțin peste 20 de ani, și-a dezvoltat propriile instrumente matematice pentru a rezolva problema. A numit această metodă „fluxiuni“, de la cuvântul „flux“, care presupune ceva care se schimbă. Fluxiunile lui Newton făceau genul de calcule pe care le facem și astăzi în ramura matematicii numită calcul infinitezimal. În octombrie 1666, când a terminat o lucrare scrisă de dragul de a o scrie, era cel mai mare matematician din Europa, dar în afară de Newton însuși, nimeni nu știa asta. Nu și-a publicat imediat descoperirile matematice; în schimb, le-a folosit și numai ulterior a împărtășit metodele și rezultatele la care ajunsese cu cunoștințele sale.

Pe lângă matematică, Newton a început să cerceteze lumina. Din vremuri străvechi s-a presupus că lumina soarelui e albă, pură și omogenă (adică alcătuită numai din lucruri de același fel). Culoarele se credea că erau provocate de modificări ale razei în mod esențial pură. Newton a studiat lucrarea lui Descartes despre lumină și a repetat câteva dintre experimentele francezului. A folosit lentile, apoi un obiect de sticlă numit prismă, care putea frânge razele de lumină. A lăsat un mic fascicul de lumină într-o încăpere întunecată, trecut printr-o prismă și apoi proiectat pe un perete aflat la aproape șapte metri distanță. Dacă lumina ar fi fost omogenă, așa cum crezuseră Descartes și alții, atunci proiecția de pe perete ar fi trebuit să fie un cerc alb, de aceeași formă cu gaura prin care trecuse fasciculul. În schimb, lumina apărea ca o bandă lată, multicoloră. Newton nu a făcut chiar un curcubeu, dar era pe cale să explice cum se formează acesta.

În anii cumei, Newton a continuat să lucreze și în domeniul mecanicii: anume la legile care guvernează corpurile în mișcare. Am văzut cum

Galileo, Kepler, Descartes și alții au dezvoltat idei pentru a explica (și le-au notat în formule matematice) ce se întâmplă când se trage o ghiulea de tun sau când Pământul se învâрте în jurul Soarelui. Și Robert Hooke a fost interesat de subiect. Newton a citit scrierile acestora, dar a mers mai departe decât ei. El îi scria la un moment dat lui Hooke: „Dacă am văzut mai departe decât alții este pentru că am stat pe umerii gigantilor“. Vă amintiți când vă săltau părinții pe umeri? Dintr-odată, faptul de a fi de două, de trei ori mai înalt vă dezvăluia tot felul de lucruri pe care de unul singur nu le-ați fi putut vedea. Așa a ajuns și Newton la ideile sale. Minunata imagine folosită de el descrie cum fiecare om de știință și fiecare generație de oameni de știință pot beneficia de intuițiile înaintașilor. Aceasta este esența științei.

Dar Newton era el însuși un uriaș, și el știa asta. Problemele au apărut când lui Newton a început să i se pară că ceilalți nu îi recunoșteau meritele. Problemele lui Newton cu Robert Hooke au început când cel dintâi a trimis prima sa lucrare la Societatea Regală. Societatea a făcut ceea ce ar face orice revistă științifică de top din zilele noastre: au trimis-o unui alt expert pentru comentarii. Este un demers numit „evaluare colegială“, iar procesul este parte a deschiderii cu care se mândresc atât oamenii de știință. Societatea Regală l-a ales pe Hooke să citească lucrarea, dat fiind că și el se ocupase de problema luminii. Lui Newton nu i-au plăcut deloc comentariile lui Hooke, ba chiar a dorit să demisioneze din poziția de membru al Societății Regale. Numai că societatea a ignorat scrisoarea sa de demisie.

După această extraordinară explozie de energie creatoare din 1666, Newton și-a întors atenția spre alte domenii, inclusiv alchimie și teologie. Ca întotdeauna, lua notițe despre lecturile și experimentele sale, citite și astăzi de cei care doresc să înțeleagă cum gândea Newton. La vremea aceea, a păstrat tăcerea asupra cercetărilor și gândurilor sale, mai ales asupra ideilor religioase, mai ales că acestea difereau destul de mult de doctrina Bisericii Anglicane. Universitatea Cambridge cerea ca studenții săi să accepte doctrina Bisericii. Din fericire pentru Newton și pentru știință, acesta avea susținători puternici la universitate, așa că a putut deveni bursier al Trinity College și mai târziu a fost ales profesor lucasian de matematică fără a fi fost vreodată nevoit să jure că crede în doctrinele Bisericii. A ocupat această poziție mai bine de 20 de ani. Din păcate, era un profesor cumplit, iar studenții nu înțelegeau nimic din ceea ce spunea el. Uneori, când ajungea în amfiteatru, nu era picior de student în sală. Vorbea mereu despre subiecte

respectabile, precum lumina și mișcarea, nu despre alchimia și teologia pe care le studia în taină; dar poate tocmai acestea din urmă ar fi fost mai atrăgătoare pentru studenți!

Pe la jumătatea anilor 1680, cercetările lui Newton în domeniul matematicii, fizicii și astronomiei au ajuns cunoscute. A scris mai multe lucrări, a publicat câteva, dar, cum remarcă adesea, scrierile sale erau mai mult pentru el sau pentru cei care vor veni după moartea sa. În 1684, astronomul Edmund Halley l-a vizitat pe Newton la Cambridge. (Uitați-vă după cometa Halley, botezată după acest astronom, în 2061, când va fi din nou vizibilă de pe Pământ.) Halley și Hooke au discutat despre forma traiectoriei pe care o urma un obiect care orbita un altul (Pământul Soarele sau Luna Pământul). S-au întrebat dacă gravitația ar fi afectat traiectoria obiectului, acționând după ceea ce am numi astăzi „legea inversului pătratului“. Gravitația este numai unul dintre numeroasele exemple ale acestei legi. Ea presupune că forța gravitației se micșorează cu pătratul distanței dintre două obiecte și, desigur, crește în aceeași proporție dacă obiectele sunt apropiate. Atracția va fi reciprocă, dar masa celor două obiecte este și ea importantă. Dacă un obiect – să zicem, Pământul – este foarte mare, iar celălalt – să zicem, un măr – este foarte mic, atunci Pământul va exercita aproape toată atracția. În Capitolul 12 se explică modul în care a folosit Galileo funcția „pătratului“ în scrierea sa despre corpurile care cad. O vom regăsi și în capitolele ulterioare, pentru că se pare că naturii îi place ca lucrurile să se întâmple ca funcție a ceva la pătrat, fie că vorbim despre timp, accelerație sau atracție. Când lucrați cu pătrate ($3 \times 3 = 9$ sau 3^2 , de exemplu), amintiți-vă că natura s-ar putea să vă zâmbească.

Vizita lui Halley l-a determinat pe Newton să lase deoparte teologia și alchimia. S-a pus pe treabă și a terminat marea lui carte, una dintre cele mai importante din istoria științei, chiar dacă nu este deloc o lectură ușoară. Astăzi este cunoscută ca Principia, dar titlul întreg în latină (Newton a scris-o în latină) este *Philosophiae naturalis principia mathematica* (Principiile matematice ale filosofiei naturale; cum sunt sigur că vă amintiți, „filosofie naturală“ i se spunea odinioară științei). Cartea lui Newton explica în amănunt cum se puteau aplica noile sale matematici și explica multe aspecte ale naturii fizice mai curând în cifre, decât prin descrieri făcute din cuvinte. Numai o mână de oameni au putut să o înțeleagă pe vremea lui Newton, dar

mesajul lui a fost apreciat pe o scară mult mai largă. Era o cale nouă de a vedea și de a descrie universul.

Multe aspecte ale viziunii despre lume și cer a lui Newton erau cuprinse în cele trei legi faimoase ale mișcării pe care le-a scris în Principia. Prima lui lege postula că orice corp ori rămâne în repaus ori se mișcă uniform și în linie dreaptă dacă nimic altceva – o altă forță – nu acționează asupra lui. O piatră de pe povârnișul unui munte va rămâne acolo pe veci până când ceva – vânt, ploaie sau acțiunea umană – o va pune în mișcare; și, fără nici o altă perturbare („fricțiune“), se va mișca în linie dreaptă mereu.

A doua lui lege stabilea că dacă un lucru este deja în mișcare, o forță îi poate schimba viteza sau direcția. Cât de mare va fi schimbarea depinde de mărimea forței; schimbarea direcției apare de-a lungul unei linii drepte, în direcția forței noi. Așadar, dacă loviți din lateral o minge care cade, se va mișca într-o parte; dacă o loviți de sus, se va mișca mai repede în jos.

A treia lege a mișcării conchide că pentru orice acțiune există întotdeauna o reacție egală și de sens opus. Aceasta înseamnă că două corpuri acționează întotdeauna unul asupra celuilalt în mod egal, dar în sensuri opuse. Puteți lovi o minge și aceasta se va mișca departe de mâna voastră, dar întotdeauna va exercita o acțiune asupra mâinii voastre (o veți simți). Dacă loviți un bolovan mare, acesta nu se va clinti, dar mâna voastră ar putea sări îndărăt și sigur vă va dura. Se întâmplă astfel pentru că e mai greu ca obiectele ușoare să le influențeze pe cele grele decât invers. (Am văzut că la fel era și cu gravitația.)

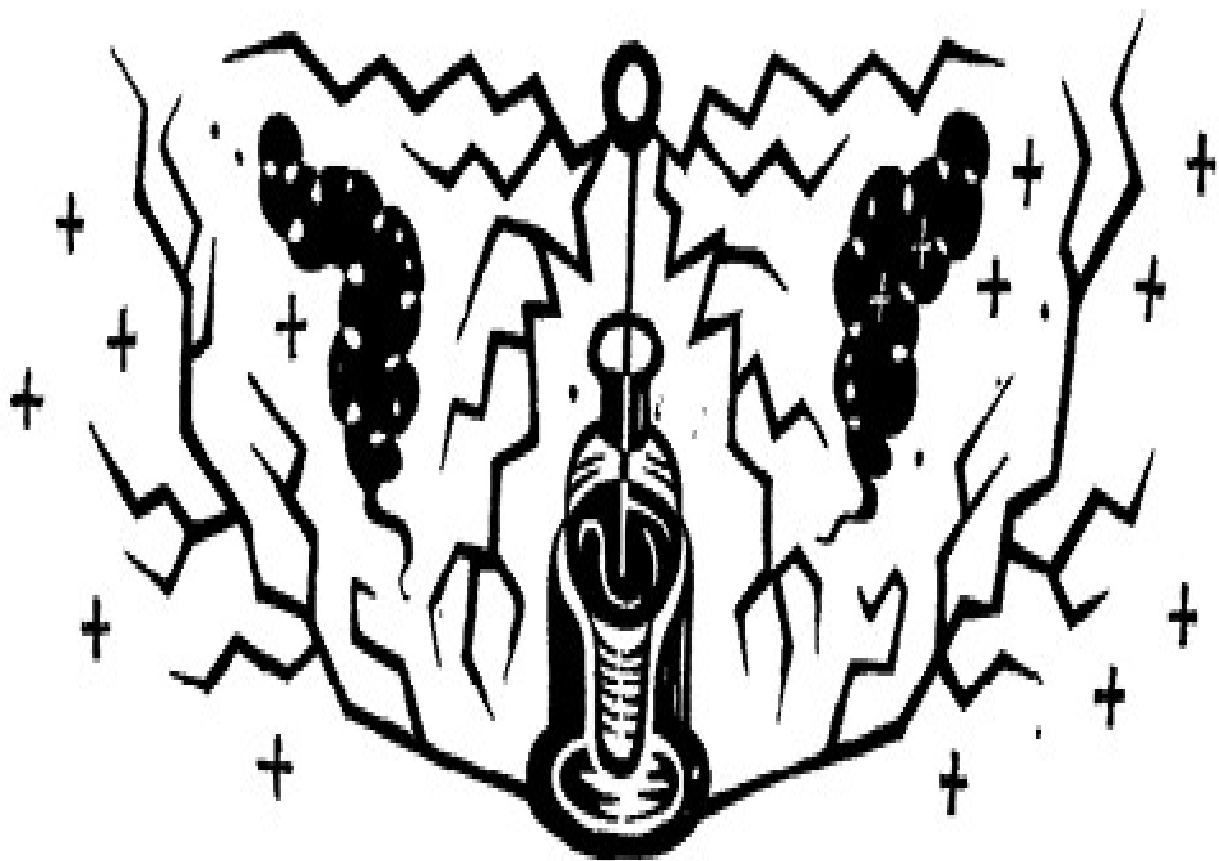
Aceste trei legi au adus laolaltă toate nedumeririle primilor filosofi. În mâinile lui Newton, ele explicau multe observații, de la mișcarea planetelor la traiectoria unei săgeți trase dintr-un arc. Legile mișcării făceau posibilă viziunea întregului univers ca o mașinărie uriașă, regulată, ca un fel de ceas care măsoară timpul grație arcurilor, pârghiilor și mișcărilor sale. Principia a lui Newton a fost recunoscută ca o lucrare genială, de mare forță. Ea l-a transformat pe acest om retras, tulburat, într-un fel de celebritate. Răsplata sa a fost un post bine plătit de Gardian al Monetăriei, locul unde guvernul bate monedele și reglementează rezerva monetară a țării. Newton s-a dedicat noii sale slujbe cu mare entuziasm, combatând falsurile și supervizând rezerva de bani a națiunii. A trebuit să se mute la Londra, așa că a demisionat din toate

posturile de la Cambridge și și-a petrecut ultimii 30 de ani de viață în capitală, devenind președinte al Societății Regale.

În anii săi londonezi, Newton a revizuit consistent Principia, incluzând aici ceva din lucrările sale viitoare, precum și răspunsuri la diferitele critici aduse de unii după apariția primei ediții. Oamenii de știință procedează adeseori astfel. Nu mult după moartea lui Robert Hooke, Newton a publicat a doua lucrare științifică majoră, Optica (1704), despre lumină. Newton și Hooke au polemizat multă vreme despre cine și ce a făcut primul și despre cum pot fi înțelese rezultatele experimentelor lor despre ce era lumina și cum se comporta. Newton lucrase la această carte cu aproape 40 de ani în urmă, dar fusese reticent în privința publicării în timpul vieții lui Hooke. Ca și Principia, Optica a fost foarte importantă. Vom aminti câteva dintre concluziile sale în capitolele următoare, în care alți oameni de știință stau pe umerii lui Newton.

Newton a fost primul om de știință care a fost înnobilit, devenind sir Isaac. S-a bucurat de putere, dar nu și de prea multă fericire. Nu era ceea ce am putea numi un tip agreabil, dar a fost un om măreț, unul dintre cei mai creativi oameni de știință din toate timpurile, renumit pentru contribuțiile sale uluitoare la înțelegerea universului. Principia lui Newton a fost punctul culminant al astronomiei și al fizicii febril cercetate de Kepler, Galileo, Descartes și de mulți alții. În cartea sa, Newton a adus cerul și Pământul laolaltă într-un sistem, pentru că legile sale se aplică întregului univers. A furnizat explicații matematice pentru mișcarea planetelor și căderea corpurilor pe pământ. A furnizat fundamente ale fizicii pe care oamenii de știință le-au folosit până în secolul XX, când Einstein și alții au demonstrat că în univers erau mai multe decât își închipuise vreodată sir Isaac.

Capitolul 17. Scântei luminoase



V-ați întrebat vreodată ce este de fapt un fulger și de ce este urmat de un bubuit puternic? Tunetele și fulgerele se petrec la mari înălțimi în văzduh și sunt destul de dramatice, chiar și când știm ce le produce. Cum fulgerele

păreau a căuta mereu pământul, pe la începutul secolului al XVIII-lea oamenii de știință au început să își pună întrebări despre aceasta dar și despre electricitatea din apropierea casei.

O altă nedumerire era legată de ceea ce va fi cunoscut ca magnetism. Vechii greci știau că, dacă freci cu putere o bucată de chihlimbar (o piatră gălbuie, semiprețioasă), aceasta atrage obiectele mici din apropiere. Cauza acestui comportament era greu de înțeles. Părea diferită de puterea constantă a altui tip de piatră – rocă magnetică – de a atrage obiectele care conțin fier. Așa cum steaua călăuzitoare este o stea care arată drumul (mai ales Steaua Polară), așa și roca magnetică îndrumă călătorii: o bucățiță din această piatră specială, prinsă în așa fel încât să atârne liberă, va indica întotdeauna polii magnetici. Magnetita putea fi folosită pentru a magnetiza acele, iar pe vremea lui Copernic, la jumătatea secolului al XVI-lea, busolele erau folosite de marinari pentru a-i ajuta să afle direcția pe mare, dat fiind că un capăt al acului mobil al busolei indica întotdeauna nordul. Un medic englez pe nume William Gilbert a scris despre aceasta în 1600, cam tot atunci apărând și cuvântul „magnetism“. Și electricitatea, și magnetismul puteau produce efecte spectaculoase și erau teme foarte populare la întrunirile științifice, precum și la jocurile de societate de după cină.

În scurtă vreme oamenii au obținut efecte și mai puternice prin rotirea unui glob de sticlă în jurul unui punct și frecarea lui pe măsură ce se învârtea. Puteai simți și chiar auzi scânteile produse de sticlă. Acest dispozitiv a devenit baza a ceea ce s-a numit „butelia de Leyda“, după orașul olandez unde a fost inventată în 1745 de un profesor universitar. Butelia era umplută pe jumătate cu apă și conectată, printr-un fir, la un generator electrostatic. Piesa de legătură a fost numită „conductor“ pentru că permitea misterioasei puteri să treacă în apa din butelie, unde era stocată. („Conductor“ înseamnă „care conduce“.) Când un asistent de laborator a atins butelia și piesa conductoare, s-a curențat atât de tare, încât a crezut că acela i-a fost sfârșitul. Relatarea acestui experiment a făcut senzație și butelia de Leyda a ajuns faimoasă. Odată, zece călugări s-au prins de mâini și când primul a atins butelia și conductorul, toți au fost curențați simultan. Se pare că șocul electric putea trece de la om la om.

Ce se întâmpla de fapt? Dincolo de jocuri, erau mize științifice serioase în joc. S-au vehiculat multe teorii, dar omul care a adus lumină asupra acestui

subiect a fost Benjamin Franklin (1706–1790). E posibil să-l cunoașteți drept patriotul american care a ajutat la scrierea Declarației de Independență (1776), când Statele Unite și-a dobândit independența față de Imperiul Britanic. A fost un bărbat înțelept, foarte popular, plin de ziceri cu tâlc, precum „Timpul înseamnă bani” sau „Pe lumea asta nimic nu e sigur în afară de moarte și de taxe”. Data viitoare când stați într-un balansoar sau purtați lentile bifocale, gândiți-vă la el: le-a inventat pe amândouă.

Autodidact în mare măsură, Franklin știa o mulțime despre o mulțime de lucruri, inclusiv despre știință. Se simțea la fel de acasă în Franța, în Anglia și în America și se afla în Franța când a făcut cel mai faimos experiment științific al său, cel cu fulgerul. Ca mulți contemporani din anii 1740 și 1750, Franklin era curios să afle mai multe despre butelia de Leyda și ce putea face aceasta. Cu mâinile lui a făcut mult mai multe decât și-a imaginat cineva. Mai întâi, el și-a dat seama că lucrurile puteau purta sarcini fie pozitive, fie negative, adică ceea ce vedeți marcat cu semnul „+” sau „-” la capetele opuse ale bateriilor. În butelia de Leyda, apa din recipient și firul conductor erau „electrizate pozitiv, sau cu plus”, spunea el, în vreme ce suprafața exterioară era negativă. Sarcina negativă și cea pozitivă erau egale, așa că cele două se anulează reciproc. Alte experimente l-au convins că puterea efectivă a buteliei stătea în sticlă, așa că a făcut un fel de baterie (el a inventat cuvântul) punând o bucăciță de sticlă între două capete de sârmă. După ce a conectat dispozitivul la o sursă de electricitate, bateria a preluat descărcarea de electricitate. Din păcate, nu a dus acest experiment mai departe.

Franklin nu a fost primul care și-a pus întrebări despre scânteile generate de mașinăriile de pe pământ și scânteile din cer, adică fulgerele. Dar a fost primul care a aplicat ceea ce a învățat despre butelia de Leyda ca să încerce să vadă cum ar putea fi legate. A pus la cale un experiment foarte inteligent (dar periculos). A susținut că electricitatea din atmosferă ar putea fi colectată la marginea norilor, așa cum se întâmpla în butelia de Leyda. Dacă doi nori se ciocnesc când se rostogolesc pe cer în timpul unei furtuni, va exista o descărcare electrică: lumina unui fulger. Prin înălțarea unui zmeu în timpul unei furtuni ar fi putut demonstra că ideea lui era corectă. Persoana care ținea zmeul trebuia izolată corespunzător (folosind un mâner de ceară ca să țină sfoara zmeului) și „împământată” (cu o sârmă legată de ea și înfiptă în pământ). Fără aceste precauții, șocul electricității ar fi putut ucide omul și,

Într-adevăr, un experimentator nefericit a murit pentru că nu a urmat instrucțiunile lui Franklin. Experimentul cu zmeul l-a convins pe Franklin că electricitatea fulgerului era la fel ca electricitatea din butelia de Leyda.

Mai întâi gravitația, acum electricitatea: lucruri din cer și de pe pământ care erau aduse mai aproape ca niciodată.

Experimentele lui Franklin cu electricitatea au avut consecințe practice imediate. A dovedit că un țăruș de metal cu un vârf ascuțit conduce electricitatea în pământ. Prin urmare, dacă un astfel de stâlp era așezat pe acoperișul unei clădiri, cu un corp izolant care ajungea la pământ, fulgerul putea fi îndepărtat de acea clădire, care nu va mai lua foc dacă va fi lovită de trăsnet. Aceasta era o problemă serioasă, mai ales că multe case erau construite din lemn și uneori aveau acoperișuri cu paie. Paratrăsnetele, cum sunt ele numite, acționează după acest principiu și chiar și acum folosim cuvântul „împământare“ pentru capătul izolat din prizele noastre care preia excesul de sarcină electrică la intrarea în aparate precum frigidere sau mașini de spălat. Franklin și-a conectat un paratrăsnet la propria casă și ideea a prins. Rezultate importante aveau să apară din înțelegerea electricității.

Studiul electricității a fost unul dintre cele mai captivante domenii de cercetare științifică din secolul al XVIII-lea; mulți „electricieni“, cum erau numiți, și-au adus contribuții importante la ceea ce cunoaștem astăzi. Trei au fost cei care și-au pus o amprentă importantă. Primul a fost Luigi Galvani (1737–1798), un medic cărui i-a plăcut să se joace cu electricitatea și animalele. Practica medicina și predă anatomia și obstetrica (managementul medical al nașterii) la Universitatea din Bologna, dar era foarte interesat și de studiile fiziologice. În timp ce cerceta relația dintre mușchi și nervi, a descoperit că mușchiul unei broaște poate fi contractat dacă nervul legat de el era conectat la o sursă de electricitate. După numeroase cercetări, a legat mușchiul de o butelie de Leyda, capabilă să genereze o descărcare electrică. Electricitatea era o parte importantă a animalelor, a afirmat Galvani. Într-adevăr, „electricitatea animală“, cum a numit-o el, părea a fi un element esențial al modului de funcționare a acestora. Și avea dreptate.

Șocurile de electricitate statică, care apar când este descărcată electricitatea care se dezvoltă la suprafața unui obiect, sunt numite și astăzi șocuri galvanice. Oamenii de știință și electricienii folosesc galvanometre ca să

măsoare curentul electric. Noțiunea de electricitate animală a lui Galvani a atras multe critici, mai ales din partea lui Alessandro Volta (1757–1827), un om de știință din Como, în nordul Italiei. Volta avea o părere proastă despre medicii care se amestecau în fizică și era hotărât să demonstreze că electricitatea animală nu există. Volta și Galvani au avut o dezbatere publică despre interpretarea experimentului lui Galvani. În cercetările sale extinse și dorindu-și să-l discrediteze cu totul pe Galvani, Volta a examinat ȕiparul electric care, așa cum se putea demonstra, producea electricitate. Dar, pentru el, nici măcar aceste animale nu făceau „electricitatea animală” a lui Galvani mai convingătoare. Mai important, Volta a descoperit că, dacă punea laolaltă straturi succesive de zinc și de cupru, apoi le separa prin straturi de carton ud, putea produce un curent electric continuu prin toate aceste straturi. Volta și-a trimis invenția pe care a botezat-o „pilă” la Societatea Regală, în Londra. La fel ca butelia de Leyda, a făcut vâlvă în Franța și în Anglia.

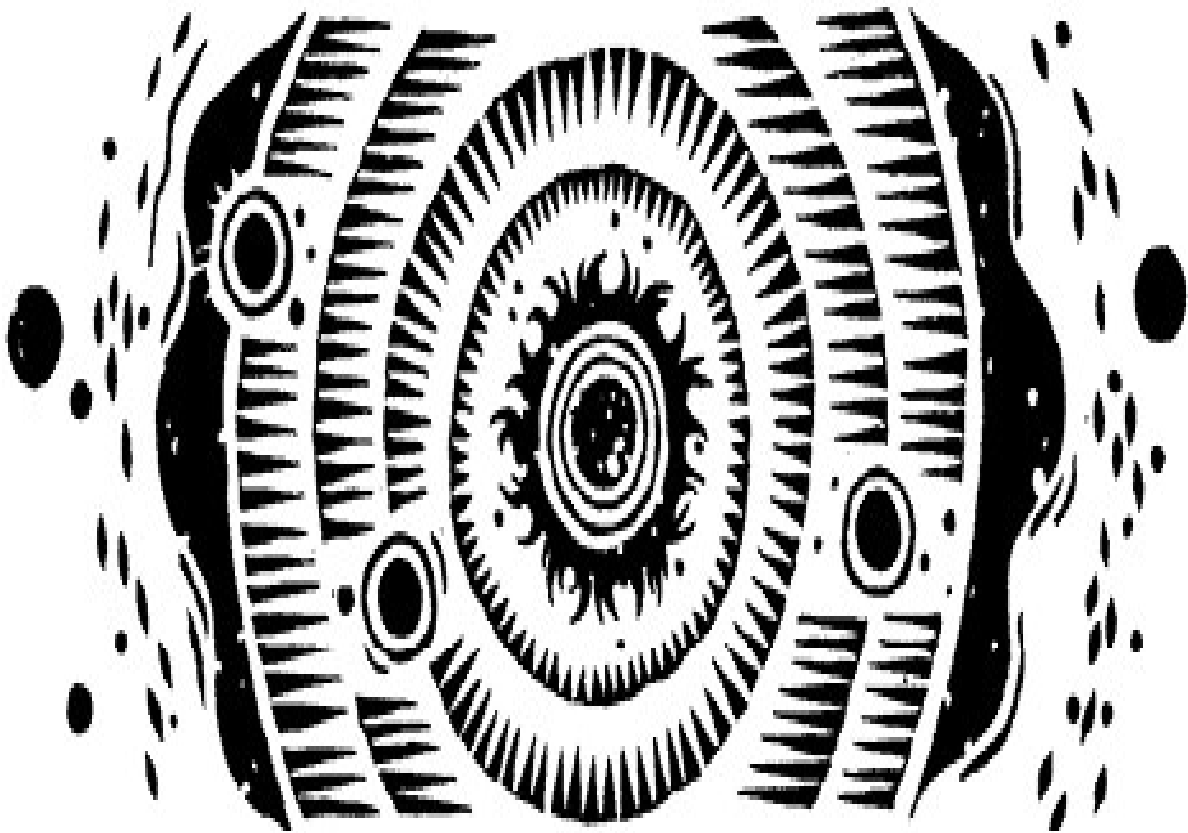
La acea vreme, Franța era ocupată cu cucerirea Italiei de Nord; împăratul francez Napoleon Bonaparte l-a decorat pe fizicianul italian pentru invenția sa, pentru că oferea o sursă sigură de curent electric pentru cercetarea experimentală. „Pila” voltaică avea să joace un rol esențial în chimia secolului al XIX-lea. Era aplicația practică a „bateriei” lui Franklin și a devenit esențială în viața actuală. Ne amintim de Volta pentru că de la numele lui vine cuvântul „volt”, care reprezintă unitatea de măsură a tensiunii electrice; puteți verifica ambalajul data viitoare când schimbați bateriile.

Al treilea electrician (și matematician excepțional) și-a împrumutat și el numele măsurării electricității: André-Marie Ampère (1775–1836). Numele lui ne-a dat cuvântul „amper”. Ampère a trăit trauma Revoluției franceze și a tulburărilor ulterioare, în timpul cărora tatăl său a fost ghilotinat. Viața lui personală a fost de asemenea tristă. Prima lui soție, pe care o iubea foarte mult, a murit după nașterea celui de-al treilea copil, iar a doua căsnicie, profund nefericită, s-a încheiat cu un divorț. Copiii săi au ajuns rău, iar el era permanent hărțuit de probleme financiare. Dar, în mijlocul haosului, Ampère a înțeles câteva lucruri fundamentale despre matematică, chimie și, mai presus de toate, despre ceea ce a numit el „electrodinamică”. Acest subiect complicat aducea laolaltă electricitatea și magnetismul. În ciuda complexității lui, experimentele elegante și simple ale lui Ampère au arătat că magnetismul era de fapt electricitate în mișcare. Activitatea lui o precedă

pe aceea a lui Faraday și Maxwell, așa că ne vom referi mai în detaliu la ea când vom vorbi despre acești doi giganti ai electromagnetismului. Deși oamenii de știință contemporani au dovedit că multe dintre amănuntele teoriilor lui Ampère nu duc nicăieri, el a oferit punctul de pornire pentru multe cercetări din domeniul electromagnetismului. E la fel de important să ne amintim că, uneori, știința este și despre a înțelege lucrurile în mod eronat.

Când Ampère a murit, electricitatea parcursese deja o bună porțiune din lungul drum spre îmblânzire. Cercetarea lui Franklin a fost una destul de primitivă și, oricâtă importanță va fi avut el, în comparație cu Galvani, Volta și Ampère nu a fost decât un amator de geniu; aceștia au folosit echipamente mult mai sofisticate și au lucrat în laboratoare. Galvani a avut ultimul cuvânt în fața lui Volta, pentru că acum știm că electricitatea joacă un rol important în interacțiunea mușchilor și a nervilor.

Capitolul 18. Universul mecanic



Revoluția americană (cunoscută și ca Războiul American de Independență) din 1776, Revoluția franceză din 1789 și Revoluția rusă din 1917 au adus toate, rapid, forme noi de guvernare și o nouă ordine socială. A existat și o

Revoluție newtoniană. Nu foarte mulți au auzit despre aceasta, dar a fost cel puțin la fel de importantă. Și, cu toate că a fost nevoie de decenii, nu doar de ani, pentru ca să-și facă pe deplin efectele, consecințele ei au fost foarte profunde. Revoluția newtoniană descrie lumea în care trăim.

Chiar și după moartea sa din 1727, sir Isaac a rămas o figură centrală a secolului al XVIII-lea. În orice domeniu de activitate, oamenii își doreau să fie „Newton“ în aria lor de competență. Adam Smith voia să fie un Newton al economiei; un bărbat pe nume William Cullen voia să fie un Newton al medicinei; Jeremy Bentham s-a zbatut să fie un Newton al reformei sociale și politice. Ceea ce își doreau cu toții era o lege generală sau un principiu care să aducă laolaltă, să unească toate disciplinele lor, la fel cum gravitația lui Newton menținea universul în progresia lui regulată și maiestuoasă prin anotimpuri și ani. Sau, cum glumea poetul Alexander Pope, „Natura și legile Naturii zăceau cufundate în întuneric,/Dumnezeu a zis «Să fie Newton!», și s-a făcut lumină“.

Englez fiind, e posibil ca Pope să fi fost înclinat să își favorizeze compatriotul. În Franța, în Germania și în Italia, Newton a fost o personalitate proeminentă încă din timpul vieții, dar existau și alte tradiții științifice la fel de importante. În Franța, viziunea mecanicistă a lui Descartes rămânea puternică. În Germania existau dispute despre cine a inventat analiza matematică, admiratorii filosofului G.W. Leibniz (1646–1716) insistând că Newton era mai puțin important în dezvoltarea acestui instrument matematic decât compatriotul lor. Oricum, în Anglia, Newton a atras mulți discipoli, care își spuneau cu mândrie newtonieni și care valorificau magnificele idei ale acestuia în matematică, fizică, astronomie și optică.

Treptat, puterea opticii experimentale și a legilor mișcării ale lui Newton s-a extins în toată gândirea europeană. Reputația sa a fost amplificată de cel mai improbabil avocat: poetul, romancierul și omul de litere Voltaire (1694–1778). Cea mai cunoscută creație a lui Voltaire a fost un personaj foarte îndrăgit, Candide, care este înfățișat într-o călătorie aventuroasă. Viața lui Candide e un continuu dezastru – tot ceea ce poate să meargă rău, merge rău –, dar el nu își uită niciodată filosofia: lumea pe care Dumnezeu a creat-o trebuie să fie cea mai bună dintre lumile posibile. Așa că își păstrează buna dispoziție, sigur fiind că ceea ce i se întâmplă, oricât de îngrozitor ar fi, este

spre bine „în cea mai bună dintre lumi“. (După toate aventurile sale oribile își spune că ar fi trebuit să stea acasă și să se îngrijească de grădină: un sfat destul de bun, la urma urmelor.)

Candide era o aluzie subtilă la filosofia rivalului lui Newton în inventarea calculului infinitezimal: Leibniz. Voltaire era un mare fan al lui Newton, de fapt al tuturor celor care veneau din Anglia. A petrecut câțiva ani în Anglia și a fost impresionat de libertatea de expresie și de gândire de acolo. (Acasă, în Franța, Voltaire a fost întemnițat pentru că criticase Biserica Catolică și pe rege, așa că știa foarte bine cât de importantă e libertatea de exprimare.) S-a întors din Anglia cu o mare apreciere pentru realizările lui Newton și a scris o versiune populară, în franceză, a ideilor lui Newton pentru uzul francezilor obișnuiți. Cartea lui Voltaire a avut un ecou puternic în Europa, unde toată lumea vorbea despre felul în care matematica și fizica lui Newton explică mișcările planetelor și ale stelelor, fluxul și refluxul zilnic, traiectoria gloanțelor și, desigur, căderea merelor.

Treptat, Newton a dobândit o reputație uriașă pentru că instrumentele – atât matematice, cât și fizice – oferite de el în faimoasa Principia chiar funcționau. Aceste instrumente au ajutat un mare număr de matematicieni, naturaliști și astronomi să studieze multe probleme pe care Newton le-a amintit doar în treacăt. Dar nici o lucrare științifică nu reprezintă un ultim cuvânt – și așa s-a întâmplat și cu cele ale lui Newton. Mulți oameni se considerau fericiți că Newton putea fi gigantul pe umerii căruia se puteau cățăra. Și nu de puține ori chiar i-a ajutat să vadă mai departe.

Să privim îndeaproape trei exemple: ce anume produce mareele, forma Pământului și numărul și orbitele planetelor în sistemul solar.

Există marea joasă și marea înaltă: o marea joasă este când marea „se retrage“ și trebuie să mergi mai departe pentru a căuta un loc pentru înot, iar o marea înaltă este când marea „năvălește“ și îți dă rămă castelele de nisip. Mareele au un tipar zilnic, regulat, iar cunoașterea lor era importantă pentru marinari, care uneori aveau nevoie de o marea înaltă ca să poată conduce nava la intrarea în port. Aristotel a schițat o posibilă legătură dintre marea și Lună. Ulterior, când a devenit un lucru comun că Pământul se mișcă, unii au comparat mareele cu valurile pe care le putem face într-o găleată când o agităm înainte și înapoi. Pentru Newton, cheia era gravitația. A susținut că

„atracția gravitațională“ a Lunii e mai mare când aceasta e mai aproape de Pământ. (Așa cum Pământul se rotește în jurul Soarelui, Luna se rotește în jurul Pământului pe o traiectorie elipsoidală, astfel încât distanța dintre Pământ și Lună variază cu regularitate.) Forța de atracție gravitațională a Lunii atrage apa din oceane spre ea. Pe măsură ce Pământul se rotește, o anumită porțiune din mare va deveni cea mai apropiată, apoi cea mai depărtată de Lună; de aici, creșterea și descreșterea forței de atracție gravitațională care ridică și scade apele oceanelor în felul regulat cu care suntem familiarizați. Astfel se explică mareele joase și înalte. Newton a avut dreptate când a crezut că mareele ilustrează gravitația în acțiune.

Newtonienii de mai târziu au rafinat calculele magistrului. Doctorul elvețian Daniel Bernoulli (1700–1782) a oferit o analiză amănunțită a mareelor în 1740. Era mult mai interesat de matematică, fizică și navigație decât de medicină, așa că a ajutat la explicarea felului în care vibrează corzile (ca atunci când cânti la chitară) și cum se mișcă un pendul (la fel ca ceasul bunicului). A îmbunătățit și modelul navelor. La facultatea de medicină de la Basel a folosit mecanica lui Newton pentru a analiza felul în care mușchii se contractă și se scurtează pentru a ne pune membrele în mișcare. Lucrarea lui despre maree a venit ca răspuns la o întrebare lansată de Academia de Științe din Paris, care a oferit un premiu pentru cel mai bun răspuns; societățile educate procedau adesea astfel. Bernoulli a împărțit premiul cu alte câteva persoane, fiecare încercând să explice de ce se comportă mareele așa cum se comportă, incluzând în răspunsuri și efectul atracției gravitaționale a Soarelui. Când două corpuri, precum Luna și Pământul, se atrag reciproc, planetele și alte corpuri cu masă pot complica imaginea, iar matematica devine mult mai dificilă.

Academia de Științe din Paris a fost la originea unei alte întrebări importante pentru newtonieni: Pământul era rotund? Era lesne de observat că nu era complet neted, ca o minge de tenis, căci existau văi și munți. Dar era rotund? Newton a spus că nu, dar fiindcă a demonstrat că forța gravitațională de la ecuator era ușor diferită de cea din Europa de Nord. Știa asta din experimentele sale cu pendulul. Balansul pendulului este influențat de forța gravitațională a Pământului; cu cât gravitația e mai puternică, cu atât pendulul se mișcă mai repede, fiind așadar nevoie de un interval de timp mai scurt pentru a-și încheia un ciclu complet de du-te-vino. Marinarii au măsurat cât de departe se leagănă pendulul în exact o secundă, iar distanța

era ușor mai mică la ecuator. Diferența i-a spus lui Newton că distanța către centrul Pământului era ușor mai mare la ecuator. Dacă Pământul ar fi fost un rotund perfect, distanța de la suprafață la centru ar fi fost peste tot aceeași. În consecință, Newton a spus că Pământul era plat la poli – ca și cum ar fi fost turtit în partea de sus și în cea de jos – și umflat puțin în zona ecuatorului. A presupus că această formă fusese creată de rotația Pământului în jurul axei nord-sud, într-o perioadă inițială când era încă foarte nou și abia se răcea după starea fluidă. Newton a insinuat că asta însemna că Pământul era mai vechi de 6 000 de ani, dar nu a dezvăluit niciodată cât de bătrân credea el că ar fi.

În anii 1730, când lucrările lui Newton au fost dezbătute în Franța, mulți oameni de știință francezi au refuzat să creadă că Pământul avea această formă imperfectă. Așa că Ludovic al XV-lea, regele Franței, a trimis două expediții, una spre Laponia, în apropierea Cercului Arctic, și alta spre Peru, lângă ecuator; o cale costisitoare de a testa un fapt simplu. Cele două expediții trebuiau să măsoare lungimea precisă a unui grad de latitudine în aceste două locuri. Latitudine înseamnă măsura axei nord-sud a Pământului, considerând ecuatorul la zero grade, Polul Nord la +90 grade și Polul Sud la -90 grade. (E nevoie de 360 de grade pentru un ciclu complet în jurul Pământului.) Puteți vedea liniile de latitudine trasate dintr-o parte în alta pe harta lumii. Dacă Pământul ar fi perfect rotund, fiecare grad de latitudine ar fi același. Expediția din Laponia s-a întors prima (nu au trebuit să călătorească prea departe), dar când a revenit și grupul Peru, după nouă ani, s-a demonstrat că gradul de latitudine din Laponia era mai mare decât cel din Peru, exact cum prevăzuse modelul lui Newton. Aceste rezultate au dus la creșterea reputației lui Newton în Europa continentală.

Astronomii din toată Europa cercetau stelele și planetele, încercând să își dea seama cum se mișcau, așadar în ce loc anume puteau fi observate în fiecare noapte (sau în fiecare an). Aceste predicții deveneau tot mai precise pe măsură ce se făceau tot mai multe observații, iar analiza matematică a mișcărilor lor era tot mai exactă. Construirea de telescoape mai mari le-a permis astronomilor să vadă mai departe în spațiu, apoi să descopere noi stele, noi galaxii. Unul dintre cei mai importanți cercetători ai stelelor a fost un refugiat care a venit în Anglia din Germania, William Herschel (1738–1822). Herschel era muzician, dar pasiunea lui era cerul. Într-o noapte, în 1781, a observat un obiect nou, care nu era o stea. La început a crezut că era

probabil o cometă, așa că a povestit despre ea unui grup din Bath, unde locuia. Observația lui a atras atenția altora și în scurt timp a fost limpede că Herschel descoperise o nouă planetă. Ulterior a fost numită Uranus, după personajul din mitologia greacă.

Descoperirea i-a schimbat viața lui Herschel și i-a dat posibilitatea să se consacre întru totul astronomiei. Regele George al III-lea, a cărui familie venise tot din Germania, s-a arătat interesat de munca lui Herschel. George l-a ajutat pe Herschel să construiască cel mai mare telescop din lume și l-a adus să locuiască lângă Windsor, unde se afla unul dintre palatele regale. Herschel era într-atât de devotat cercetării cerului, încât când s-a mutat la Windsor și-a ordonat viața în așa fel încât să nu rateze nici o noapte pentru observațiile sale. În toată activitatea sa, Herschel a fost ajutat de Caroline (1750–1848), sora lui, ea însăși expertă în astronomie. John (1792–1871), fiul lui Herschel, a continuat și el munca tatălui său, transformând-o astfel într-o tradiție de familie.

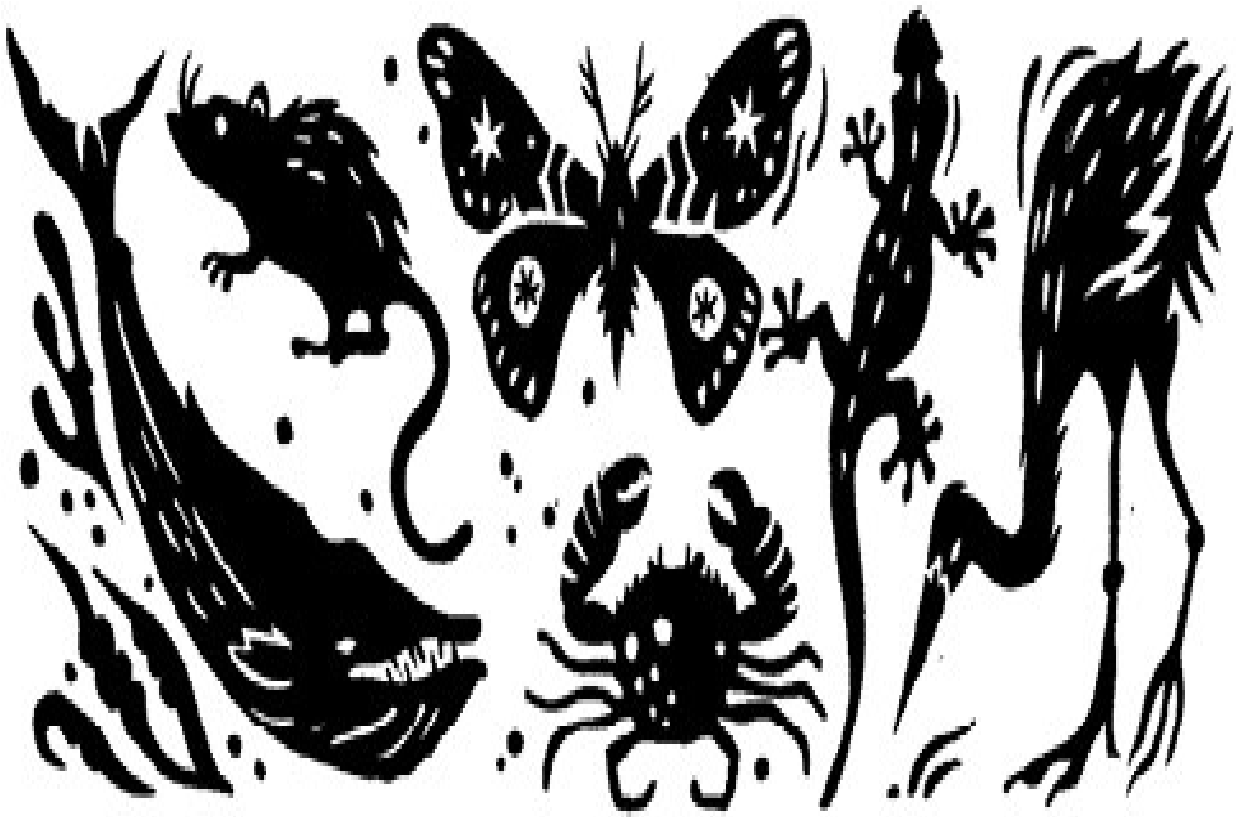
William Herschel nu numai că s-a uitat la stele, la planete și la alte corpuri cerești, dar a cugetat îndelung asupra celor văzute. Cum avea cel mai bun telescop din epocă, putea vedea mult mai departe. A realizat cataloage ale stelelor, mult mai cuprinzătoare și mai precise decât cele de până atunci. Și-a dat seama că galaxia noastră, Calea Lactee, nu e singura galaxie din univers, și s-a ocupat multă vreme de problema a ceea ce numim astăzi „nebuloasă”, zone în care cerul seamănă cu pete albe estompate. Uneori, în nopțile senine, câteva dintre ele pot fi văzute cu ochiul liber, dar telescopul lui Herschel a dezvăluit mult mai multe astfel de zone. Calea Lactee începe să pară neclară când ne uităm la punctele ei mai îndepărtate, iar astronomii au presupus că nebuloasele erau pur și simplu grupări de stele. Herschel a arătat că unele probabil erau, dar altele erau zone enorme de nori gazoși care se învârteau în spațiul cosmic. În plus, uitându-se la „stelele duble”, perechi de stele apropiate una de cealaltă (bine, „apropiate” în termenii distanțelor despre care vorbim aici), a demonstrat că poate fi explicat comportamentul acestor stele prin atracție gravitațională. Gravitația lui Newton se extindea dincolo de limitele spațiului cunoscut.

Legile gravitației și mișcării ale lui Newton, împreună cu analiza matematică a forței (putere), accelerația (viteză crescândă) și inerția (tendința de a se mișca în continuare în linie dreaptă) au devenit principiile călăuzitoare

pentru filosofii naturaliști în secolul al XVIII-lea. Dar nimeni nu a făcut mai mult ca să arate cât de multe pot explica aceste principii decât un francez, Pierre Simon de Laplace (1749–1827). Acesta a lucrat cu Lavoisier, cu care ne vom întâlni în Capitolul 20, dar, spre deosebire de prietenul său ghinionist, Laplace a trecut viu și nevătămat prin Revoluția franceză. Admirat de Napoleon, a fost figura centrală a științei franceze pentru o jumătate de veac. Laplace a folosit legile mișcării ale lui Newton și instrumentele matematice ale acestuia, pentru a arăta că lucrurile pe care le putem vedea în cer puteau fi explicate, iar mișcările viitoare ale planetelor, stelelor, cometelor și asteroizilor puteau fi prevăzute cu acuratețe. A dezvoltat o teorie despre nașterea posibilă a sistemului nostru solar printr-o explozie imensă, cu Soarele aruncând nori uriași de gaze fierbinți care s-au răcit treptat și au format planetele (și lunile acestora). A botezat-o „ipoteza nebulară” și a prezentat niște calcule matematice foarte complicate pentru a demonstra că e posibil ca așa să se fi întâmplat. Laplace descria o versiune a ceea ce astăzi numim Big Bang (Capitolul 39), deși fizicienii actuali știu mult mai multe despre aceasta decât ar fi putut să afle Laplace.

Laplace a fost impresionat și de forța legilor mișcării ale lui Newton; el avea convingerea că, dacă am putea ști cumva unde se află fiecare particulă din univers la un moment dat, am putea prevedea funcționarea întregului univers până la sfârșitul timpului. Și-a dat seama că așa ceva nu era cu putință. Dar ceea ce a dorit de fapt să arate a fost că legile materiei și ale mișcării erau gândite de așa natură încât întregul univers chiar funcționa ca un ceas foarte bine făcut care arăta timpul cu cea mai mare precizie. Viziunea sa despre universul mecanic a fost folosită de oamenii de știință mai bine de un secol după moartea lui.

Capitolul 19 . Ordonând lumea



Planeta noastră este casa unei năucitoare varietăți de plante și animale. Încă nu știm exact câte insecte sau creaturi marine există. Suntem pe drept cuvânt îngrijorați că rasa umană le reduce numărul. Despre „speciile pe cale de

dispariție“, precum urșii panda uriași și tigrlul indian, auzim aproape zilnic la știri. Pentru noi, ca oameni responsabili, din această formulă importantă este sintagma pe cale de dispariție; dar pentru oamenii de știință un cuvânt la fel de important este specii. De unde știm noi că ursul panda uriaș nu este același fel de animal ca ursul grizzly sau că pisica sălbatică e diferită de pisica domestică?

În cartea Genezei, Adam primește sarcina de a da nume animalelor și plantelor din Grădina Raiului. Toate grupurile umane și-au ordonat într-un fel sau altul viața în jurul lor. În toate limbile sunt nume pentru animalele și pentru plantele pe care oamenii le folosesc, indiferent dacă sunt cultivate, crescute, utilizate pentru transport, carne, piei sau lapte.

În secolele al XVII-lea și al XVIII-lea, exploratorii europeni au început să aducă cu ei soiuri noi de plante și animale din zonele exotice ale lumii: din nordul și din sudul Americii, din Africa și din Asia, apoi din Australia, din Noua Zeelandă, precum și din numeroasele insule ale oceanelor lumii. Multe dintre aceste creaturi noi erau uluitor de diferite de plantele și de animalele cunoscute din Lumea Veche, dar, când au fost examinate mai îndeaproape, multe dintre ele nu erau deloc atât de diferite. De pildă, elefanții din India și cei din Africa erau atât de asemănători, încât folosirea aceluiași nume părea ceva firesc. Totuși mici diferențe existau. Cum ar putea fi inventariate aceste mici diferențe, dată fiind imensa varietate a naturii?

Încă din Antichitate au existat două răspunsuri de bază la aceste întrebări. Unul implica presupunerea că natura era atât de abundentă, încât nu era deloc surprinzător că numeroase soiuri noi de plante și de animale erau găsite în părțile îndepărtate ale lumii. Se credea că aceste descoperiri nu făceau decât să umple golurile în ceea ce naturaliștii numeau „marele lanț al ființei“, o idee pe care am întâlnit-o în Capitolul 5. Cei care credeau în lanțul ființei susțineau că Dumnezeu este atât de puternic încât a făcut toate creaturile care ar putea exista vreodată. Nu erau surprinși să găsească animale care combinau caracteristicile altor animale, cum ar fi delfinii de pildă, care arată ca peștii, dar respiră și fac pui precum animalele de pe uscat; sau liliecii, care arată ca niște păsări – adică au aripi și zboară –, dar nu depun ouă. Se întâmpla astfel pentru că toți acești naturaliști credeau că toate aspectele ciudate ale vieții vegetale sau animale puteau fi explicate ca părți ale lanțului ființei. Ideea „verigii lipsă“ din acest lanț, pe care poate ați

auzit-o când este descoperită câte o fosilă foarte importantă, a fost vehiculată de foarte multă vreme.

Al doilea răspuns implica presupunerea că Dumnezeu a creat inițial fiecare tip de plantă sau de animal, iar vasta varietate a naturii pe care o vedem în jurul nostru este rezultatul generațiilor succesive care și-au adus pe lume roadele sau puii. Stejarul produce vlăstari din ghinde exact așa cum pisica naște pisoi care cresc și, la rândul lor, au și ei pisoi și așa mai departe. Și cu fiecare generație, sau sute, poate mii de generații, copacii și pisoii vor deveni tot mai diverși. Așadar marea varietate a naturii trebuia înțeleasă ca fiind produsă de schimbările care apar în timp, deși despre fiecare plantă sau animal se poate spune că este în continuare legat de modelul original. Inventarierea tuturor plantelor și animalelor inițiale ar arăta voința lui Dumnezeu, ca un fel de „copac al vieții”.

În secolul al XVIII-lea, doi naturaliști au dominat gândirea în acest domeniu și întâmplarea face ca ei să illustreze aceste două abordări diferite. Primul a fost un nobil francez, contele de Buffon (1707–1788). Georges Louis Leclerc, un om înstărit, și-a dedicat viața științei. Petrecea o parte din an pe moșia lui, iar cealaltă parte, la Paris, unde se ocupa de grădinile regelui, care semănau cu grădinile zoologice sau cu parcurile naturale de azi. În tinerețe fusese un mare admirator al lui Newton, al fizicii și matematicii acestuia, dar cea mai mare parte a îndelungatei sale vieți și-a petrecut-o observând lumea naturală. Toate cercetările sale au fost adunate într-o operă masivă de 127 de volume, numită simplu *Histoire naturelle* (Istoria naturală). La vremea aceea, „istorie” însemna și „descriere”, iar în aceste cărți Buffon își propune să descrie toate animalele la care a avut acces (și câteva plante).

Buffon a descris aproape tot ce a putut la aceste animale: anatomia, felul în care se mișcă, ce mănâncă, cum se reproduc, în ce mod ne sunt folositoare și multe altele. Era o minunată încercare modernă de a vedea animalele în mediul lor cât mai cuprinzător cu putință. Volum după volum, a examinat multe dintre mamiferele cunoscute, păsări, pești și reptile. Această lucrare masivă a apărut de-a lungul a aproape 40 de ani începând din 1749, iar cititorii așteptau cu nerăbdare fiecare volum. A fost tradusă în majoritatea limbilor europene.

Buffon era fascinat de caracteristicile fiecărui animal pe care-l examina. Cum a spus odată, „Natura cunoaște numai individualul“, ceea ce însemna că în natură nu exista ordine, ci numai o mulțime de plante și de animale individuale. Oamenii erau cei care au încercat să le clasifice în grupuri, pentru folosul lor. În marele lanț al ființei, natura era foarte aglomerată, dar nu putea fi studiată decât creatură cu creatură.

Marele rival al lui Buffon a fost medicul și naturalistul suedez Carl Linné (1707–1778). Linné a studiat medicina, dar marea lui pasiune erau plantele. Și-a petrecut cea mai mare parte a vieții ca profesor la Universitatea din Uppsala, în nordul Suediei. Aici a îngrijit o grădină botanică și a trimis mulți studenți în lumea largă să adune plante și animale pentru el. Unii studenți și-au pierdut viața în aceste călătorii, dar discipolii au rămas fideli țelului lui Linné: să numească în mod corect toate lucrurile care există pe pământ. Ca să ajute procesul de numire, Linné le-a clasificat, adică le-a definit trăsăturile esențiale. Asta i-a permis să le așeze într-o „ordine a naturii“. Când avea 20 de ani, în 1735, a scos o carte scurtă, numită *Systema naturae* (Sistemul naturii). Cartea conținea o lungă listă a tuturor speciilor cunoscute de plante și de animale, grupate pe genuri. De-a lungul vieții sale a publicat 12 ediții, de fiecare dată extinzând lista, pe măsură ce afla despre mai multe soiuri de plante și de animale, mai ales cele descoperite de studenții săi în America, Asia, Africa și în alte părți ale lumii.

Încă de pe vremea vechilor greci, naturaliștii s-au întrebat dacă ar fi cu putință o clasificare „naturală“ a lucrurilor din această lume. Lucrurile au o relație eternă între ele, ca un fel de dat? În era creștină, cea mai întâlnită presupunere era că Dumnezeu a creat fiecare specie de plantă și de animal „la începuturi“, Adam fiind cel care a trebuit să le numească; ceea ce vedem astăzi este produsul timpului și al hazardului.

Linné era atras de această viziune, dar și-a dat seama cât de mult se schimbaseră plantele și animalele de la crearea lor. Acest lucru făcea clasificarea „naturală“ foarte greu de realizat. Așadar s-a gândit că mai întâi ar fi fost nevoie de niște reguli simple ca să ajute la punerea în ordine și la clasificarea tuturor lucrurilor din lume. În al doilea rând, voia să dea fiecărui lucru o etichetă simplă, ca să poată fi identificat. Asta era sarcina vieții lui: se vedea literalmente ca un al doilea Adam, dând fiecărui lucru câte un nume precis. La urma urmelor, cum ar fi putut vorbi zoologii sau botaniștii despre

un soi de „câine“ sau despre un soi de „crin“, dacă nu știau exact despre ce soi vorbeau? Natura, credea Linné, trebuie să aibă compartimente; și, după ce toate sunt așezate în compartimentul potrivit, se poate trece la înfăptuirea științei.

Linné a clasificat cam tot ce se putea clasifica: minerale, boli, plante și animale. Cu animalele a făcut o mișcare îndrăzneță: a inclus ființele umane în schema lui. De fapt, el e cel care ne-a dat numele biologic pe care-l purtăm în continuare: *Homo sapiens*, care înseamnă literalmente „om înțelept“. Și înaintea lui Linné au existat mulți naturaliști care s-au dedicat „lumii naturale“, excluzând așadar ființele umane din schemele lor. Fiu de preot fiind, Linné era profund religios. Dar, cu toate acestea, a subliniat că nu exista nici un motiv biologic pentru care ființele umane să nu fie simple animale ca maimuțele sau câinii, situație în care trebuiau incluse în sistemul său al naturii.

Pentru Linné, cele mai importante două categorii din activitatea lui de taxonomie (termenul științific pentru clasificare) erau genul și specia. Folosea întotdeauna majuscula pentru denumirea genului (o folosim în continuare și noi) și litera mică pentru denumirea speciei – adică *Homo sapiens*. Genul era un grup de plante sau de animale care împărtășeau cele mai elementare caracteristici comune ale speciilor. De pildă, există mai multe specii diferite de pisică în genul *Felis*, inclusiv pisica noastră domestică (*Felis catus*) și pisica sălbatică (*Felis silvestris*). (La vremea aceea, toată lumea învăța latina la școală, așa că etichetarea era lesne de înțeles: *felis* înseamnă „pisică“, *catus* înseamnă „șiret“, iar *silvestris*, „de pădure“.)

Linné știa că între creaturile vii existau niveluri diferite de asemănare sau de deosebire. În vârful mării sale scheme avea trei regnuri: plante, animale și minerale. Sub acestea erau clasele, cum ar fi vertebratele (animale cu coloană vertebrală: catări, șopârle și așa mai departe); în interiorul claselor erau ordinele, cum ar fi mamiferele (creaturi care își alăptează puii); o treaptă mai jos era genul, urmat de specie. Sub specii erau varietățile. În interiorul speciei umane, aceste varietăți erau numite „rase“. Există, desigur, indivizii: o persoană, o plantă sau un animal cu caracteristicile sale aparte, cum ar fi înălțimea, mascul sau femelă, culoarea părului sau a ochilor ori tonul vocii. Dar nu trebuie să clasificăm indivizii ca atare, ci mai curând îi

putem pune într-un grup pe care îl vom putea clasifica. Oamenii de știință care au venit după el au trebuit să adauge câteva șiruri la sistemul lui original, cum ar fi familiile, subfamiliile și triburile. Leii, tigrii și pisicile domestice sunt toate grupate acum în familia felinelor.

Suma totală a tuturor plantelor și animalelor individuale alcătuiește lumea vie, și la asta se referea Buffon când insista că această categorie de bază – individul – era singura certă.

Pentru Linné, adevăratul nivel important era specia. El și-a imaginat un sistem simplu pentru a identifica fiecare specie de plantă, bazat pe părțile masculine și feminine ale florilor. Acesta îngăduia unui botanist amator să se plimbe prin păduri, pe câmpuri și să identifice ceea ce vede. Chiar dacă era vorba numai despre plante, sistemul bazat pe sex al lui Linné i-a supărat pe unii, dar a stimulat și câteva creații poetice destul de erotice. Mai important însă, clasificarea pe care o făcuse plantelor funcționa foarte bine. A oferit un real impuls botanicii. După moartea lui Linné, bogata sa colecție de plante a fost cumpărată de un englez bogat, care a înființat la Londra Linnean Society. Este activă și azi, după mai bine de 300 de ani.

Încă folosim multe dintre numele introduse de Linné pentru a identifica plantele și animalele. Unul dintre ele este ordinul animalelor care include și ființele umane: ordinul primatelor. Împărțim acest ordin cu gorilele, maimuțele, lemurienii și alte animale cu care avem multe caracteristici în comun. Linné nu credea că o specie poate evolua din alta: avea convingerea că Dumnezeu a creat în mod special, separat, fiecare specie de plante și de animale. Dar a înțeles că ființele umane erau parte a naturii, iar regulile după care studiem lumea naturală pot fi folosite și pentru a înțelege omul. Ce vrem să spunem de fapt când afirmăm că un grup sau altul de plante ori de animale este o specie biologică este o întrebare care dă în continuare bătăi de cap naturaliștilor. Dar cadrul stabilit de Linné avea să fie schimbat un secol mai târziu de un alt naturalist, care iubea și el plantele: Charles Darwin. Despre el vom vorbi în Capitolul 25.

Capitolul 20. Aere și gaze



„Aer“ este un cuvânt foarte vechi. „Gaz“ este unul mult mai nou, de numai câteva sute de ani vechime, iar trecerea de la aer la gaze a fost crucială. Pentru vechii greci, aerul era unul dintre cele patru elemente fundamentale,

un simplu „lucru“. Dar experimentele lui Robert Boyle din secolul al XVII-lea au schimbat această viziune, iar oamenii de știință au ajuns să înțeleagă că aerul care ne înconjoară, pe care toți îl respirăm, este făcut din mai mult de o substanță. De atunci a fost mult mai ușor să se înțeleagă ce se întâmplă în multe experimente chimice. Numeroase experimente produceau ceva care dădea în clocot sau se ridica într-un nor care dispărea în aer. Uneori experimentul părea a schimba aerul: chimiștii produceau de multe ori amoniac, care îi făcea să lăcrimeze, sau hidrogen sulfurat, care duhnește a ouă clocite. Dar pentru că gazele încă nu puteau fi colectate, era greu de aflat ce se întâmplă de fapt. Isaac Newton a arătat că măsurătoarea este importantă, dar era greu de măsurat gazul care se împrăștia în atmosferă.

Prin urmare, chimiștii trebuiau să găsească modalități de a colecta gazul. Cea mai obișnuită cale de a face acest lucru era derularea experimentului chimic într-un mic spațiu închis, ca o cutie etanșă. Acest spațiu închis era apoi conectat printr-un tub la un container întors cu gura în jos, complet umplut cu apă. Dacă gazul nu se dizolva în apă – și unele se dizolvă –, putea pluti la suprafață și împinge apa în jos. Stephen Hales (1677–1761), un cleric ingenios, și-a imaginat o foarte eficientă „baie de apă“ pentru a colecta gazele. Hales și-a petrecut toată viața ca vicar în Teddington, pe atunci un sat, astăzi inclus în Londra. Om modest și retras, era de asemenea o fire foarte curioasă și un constant experimentator. Câteva dintre experimentele lui au fost oribile: a măsurat presiunea sângelui la cai, oi și câini înfigând direct un tub gol într-o arteră. Acesta era legat de un tub lung de sticlă și măsura pur și simplu până unde țâșnea sângele, ceea ce echivala cu tensiunea arterială. Pentru cal, tubul de sticlă trebuia să aibă o înălțime de 2,7 metri pentru ca sângele să nu stropească prin partea de sus.

Hales a studiat și mișcarea sevei în plante și a măsurat creșterea diferitelor părți ale acestora. A pictat mici pete de cerneală la intervale regulate pe frunze și tulpini, apoi a înregistrat distanțele dintre pete înainte și după creșterea plantei. A arătat astfel că nu toate părțile cresc în aceeași proporție. Apoi Hales și-a folosit aparatul pentru colectarea gazelor pentru a vedea cum reacționează plantele în diferite condiții. A văzut că ele folosesc „aer“, așa cum încă era numită atmosfera. (În 1727, cartea sa *Vegetable Staticks* (Statistica plantelor) pune bazele descoperirii ulterioare a fotosintezei, adică modul în care plantele folosesc lumina soarelui ca sursă de energie și sunt capabile să transforme dioxidul de carbon și apa în zaharuri și amidon,

„expirând“ oxigen. Este unul dintre procesele fundamentale de pe planeta noastră. Dar am luat-o puțin înaintea istoriei, căci la acel moment nimeni nu știa încă despre oxigen.)

Vă amintiți termenul pneuma din Capitolul 6? „Pneumatic“ înseamnă „în legătură cu aerul“, iar chimia pneumatică – chimia aerelor – era unul dintre cele mai importante domenii ale științei din secolul al XVIII-lea. (Ați remarcat că am folosit pluralul „aere“?) De aici a pornit chimia pneumatică din anii 1730. Nu numai că vechea noțiune de „aer“ era văzută dintr-o perspectivă mult mai dinamică, dar se considera că acesta era făcut din mai multe tipuri de gaze. Oamenii de știință au descoperit și că mai multe substanțe pot exista ca – sau pot fi transformate în – gaz, în condițiile potrivite.

Stephen Hales a fost deschizător de drumuri cu baia lui de apă și cu demonstrația că plantele, ca și animalele, au nevoie de aer. Acest „aer“ era înțeles ca un gaz care era eliberat când ceva ardea. Un medic și chimist scoțian, Joseph Black (1728–1799), a colectat acest aer (pe care-l numea „aer fix“) și a arătat că, în vreme ce plantele puteau trăi cu el și îl foloseau, animalele mureau dacă erau puse într-un container în care nu puteau respira decât aer fix. Ele aveau nevoie și de altceva. „Aerul fix“ al lui Black este numit astăzi dioxid de carbon (CO_2) și știm că el este o parte esențială a ciclului de viață al plantelor și animalelor. (Este, de asemenea, un „gaz de seră“, cauza principală a „efectului de seră“ care duce la încălzirea globală.)

Un aristocrat retras, Henry Cavendish (1731–1810) și-a petrecut viața în laboratorul personal din reședința sa din Londra, experimentând și măsurând. A descoperit mai multe despre aerul fix și a colectat un alt aer, unul foarte ușor, care exploda când apăreau scântei în prezența aerului obișnuit. L-a botezat „aer inflamabil“. Noi îl cunoaștem acum ca „hidrogen“; s-a dovedit că explozia producea un lichid limpede care nu era nimic altceva decât banala apă! Cavendish a lucrat și cu alte gaze, cum ar fi azotul.

Dar nimeni nu a avut mai mult succes cercetând chimia pneumatică decât Joseph Priestley (1733–1804). Priestley era remarcabil. Cleric fiind, a scris cărți despre religie, educație, politică și istoria electricității. A devenit unitarian, membru al unui grup protestant care credea că Iisus fusese doar un învățător extraordinar, dar nu și Fiul lui Dumnezeu. Priestley era și

materialist, spunând că toate lucrurile din natură pot fi explicate prin reacțiile materiei: nu era nevoie de spirit sau „suflet“. În primele zilele ale Revoluției franceze, pe care o susținea, casa lui din Birmingham a fost arsă de cei care se temeau că liberalismul religios și viziunile sociale puteau aduce revoluția și peste Canal. A fugit în Statele Unite, unde și-a petrecut ultimii zece ani din viață.

Priestley a fost și un chimist foarte ocupat. A folosit aerul fix ca să facă apă gazoasă, așa că amintiți-vă de el data viitoare când gustați o băutură efervescentă. Priestley a identificat mai multe gaze noi și, ca toți chimiștii, s-a întrebat ce se întâmplă când lucrurile ard. Știa că aerul juca un rol în ardere, dar știa și că exista un soi de „aer“ (gaz) care făcea lucrurile să ardă mai puternic decât aerul „obișnuit“ din jurul nostru. A produs acest aer încălzind o substanță pe care azi o numim oxid de mercur și colectând gazul rezultat în baia de apă. A demonstrat că animalele puteau trăi în acest gaz, așa cum plantele rezistau în aerul fix. „Aerul nou“ al lui Priestley era ceva special: părea a fi principiul implicat în multe reacții chimice, precum și în respirație și în ardere. S-a gândit că de toate acestea ar putea fi responsabilă o substanță numită „flogistic“ și că toate lucrurile care pot arde conțin flogistic, care este eliberat în procesul de ardere. Când aerul din jur devine saturat cu flogistic, lucrurile nu mai pot arde.

Mulți chimiști au folosit flogisticul pentru a explica ce se întâmplă când lucrurile ard și de ce unele „aere“ fac lucrurile dintr-un container sigilat să ardă o vreme, apoi să se stingă. Dacă ardem o bilă de plumb, produsul (ceea ce rămâne) va fi mai greu decât bila inițială. Aceasta sugera că flogisticul, despre care oamenii de știință credeau că este conținut în plumb și este eliberat prin ardere, trebuie să fi avut o greutate negativă; adică făcea ca lucrurile în care este conținut să fie mai ușoare decât atunci când nu îl conțin.

Când cele mai multe lucruri ard, produsele rezultate sunt gaze greu de colectat și de cântărit. Ardeți o crenguță de lemn, de pildă, și produsul rezultat, ușor de văzut – cenușa –, este mult mai ușor decât crenguța inițială. Pentru a obține greutatea totală a produsului, gazele eliberate ar trebui colectate, cântărite și adunate.

În schema lui Priestley, flogisticul ia locul a ceea ce noi numim oxigen, numai că proprietățile care i se atribuie sunt exact opuse! Pentru Priestley, când lucrurile ard, pierd flogistic și devin mai ușoare; noi am spune că se combină cu oxigen și astăzi știm că atunci când se întâmplă asta devin mai grele. Când lumânarea dintr-un container sigilat se stinge, dacă un șoarece sau o pasăre dintr-o cutie sigilată plină cu aer obișnuit moare după o vreme, Priestley ar spune că se întâmplă astfel pentru că aerul este saturat cu flogistic; noi știm acum că este din cauză că a fost consumat tot oxigenul. Asta ne amintește că se pot efectua experimente foarte atente, să se facă măsurători cu mare acuratețe, dar rezultatele să fie explicate în moduri foarte diferite.

Omul care a dat numele oxigenului este și astăzi cunoscut ca „părintele” chimiei moderne: Antoine Laurent Lavoisier (1743–1794). El a avut parte de o moarte violentă în timpul Revoluției franceze. A fost arestat, judecat și ghilotinat, dar nu pentru că era chimist, ci pentru că era „perceptor”. În Franța prerevoluționară, oamenii aveau putea plăti o sumă către stat pentru a deveni colecători de impozite, păstrând apoi ceea ce adunau. Sistemul era putred, dar nu există dovezi că Lavoisier ar fi abuzat de el. În realitate, și-a petrecut mare parte din viața de dinainte de revoluție făcând importante cercetări științifice și tehnice pentru stat, analizând numeroase probleme de importanță capitală pentru agricultură și manufacturi. Dar era aristocrat, iar capii revoluției îl urau pe el și clasa lui, așa că a fost unul dintre cei care au plătit prețul.

La fel ca Priestley, Cavendish și alți chimiști, Lavoisier era un experimentator entuziast; de ajutorat, îl ajuta soția lui. Doamna Lavoisier este o importantă figură a științei. Marie-Anne Pierrette Paultze (1758–1836) s-a căsătorit cu Lavoisier la numai 14 ani (el avea 28); au lucrat împreună în laborator, făcând experimente, luând notițe și înregistrând rezultatele. În plus, doamna Lavoisier era o gazdă fermecătoare. Împreună cu soțul ei, primeau bărbați și femei învățate și dezbăteau îndelung ultimele evoluții în știință și tehnologie. Aveau o căsnicie fericită, erau doi parteneri în adevăratul sens al cuvântului.

Încă din perioada școlară, lui Lavoisier i-a plăcut știința. Mintea lui ageră și ambiția au fost evidente de la o vârstă fragedă. Ca majoritatea studenților care studiau chimia la vremea aceea, și el a crescut cu ideea flogisticului;

numai că el a fost cel care a denunțat mai multe erori logice și experimentale ale acestuia. Lavoisier era hotărât să aibă cele mai bune aparate cu putință. Împreună cu soția sa au proiectat un nou echipament de laborator, cu același scop de a îmbunătăți acuratețea experimentelor chimice. A folosit cântare foarte precise pentru a măsura substanțele din experimentele sale. Mai multe tipuri de experimente l-au convins că, atunci când lucrurile ard, greutatea totală a tuturor produselor rezultate din ardere crește. Aceasta implica și colectarea și cântărirea gazelor produse de combustie.

Lavoisier a continuat să cerceteze și ce se întâmplă când respirăm (și noi, și alte animale). Experimentele i-au dat certitudinea că substanțele implicate și în respirație, și în combustie erau de fapt un element unic, real, nicidecum un soi de substanță ca flogisticul. Acest element părea a fi necesar și în procesul de formare a acizilor. Reacțiile chimice ale acizilor și alcaliilor (care mai sunt numite și „baze”) i-au fascinat dintotdeauna pe chimiști. Vă amintiți de Robert Boyle și de inventarea hârtiei de turnesol? Lavoisier a mers și el pe acest drum. Într-adevăr, el credea că oxigenul (care înseamnă „cel care formează acidul”) este atât de important în acizi, încât aceștia îl conțin întotdeauna. Astăzi știm că acest lucru nu e adevărat; de pildă acidul clorhidric, unul dintre cei mai puternici acizi, conține clor și hidrogen, dar nu și oxigen. Dar, chiar și așa, multe din cele afirmate de Lavoisier despre oxigen fac parte din bagajul actual de cunoștințe în acest domeniu. Acum știm că acesta este elementul necesar pentru ca lucrurile să ardă, pentru ca noi să respirăm, iar aceste două procese care par diferite au multe în comun. Noi folosim oxigenul să „ardem” sau să procesăm zaharurile ori alte lucruri pe care le mâncăm, dând astfel corpului nostru energia pentru a duce la bun sfârșit funcțiile cotidiene.

Soții Lavoisier și-au continuat experimentele chimice și în anii 1780; în 1789, în ajunul Revoluției franceze, Lavoisier a publicat cea mai cunoscută dintre cărțile sale. Se numește *Traite élémentaire de chimie* (Tratat elementar de chimie) și exact asta este. E primul text modern pe această temă, plin de informații despre experiențe și echipamente, conținând reflecții despre natura elementului chimic. Astăzi, noi numim element o substanță care nu poate fi descompusă prin experimente chimice. Un compus este o combinație de elemente care, prin experimentul corect, poate fi descompus. Așadar apa este un compus făcut din două elemente, oxigen și hidrogen. Distincția aceasta stă în centrul cărții lui Lavoisier. Lista lui de elemente sau

de „substanțe simple“ nu conține toate elementele chimice recunoscute astăzi, dat fiind că multe nici nu fuseseră încă descoperite. Includea însă lucruri surprinzătoare, cum ar fi lumina sau căldura. Dar Lavoisier a stabilit cadrele elementare pentru înțelegerea diferențelor dintre element și compus.

La fel de importantă a fost și credința lui că limbajul chimiei trebuia să fie precis. Alături de mai mulți colegi, Lavoisier a reformat limbajul în acest domeniu, demonstrând că pentru a face o muncă științifică de calitate, trebuie să fii cât mai precis cu cuvintele pe care le folosești. (Linné ar fi fost de acord.) Chimii trebuie să poată vorbi despre compuși și elementele cu care experimentează în așa fel încât oricare alți chimiști, de oriunde din lume, să știe că și ei se ocupă de exact aceleași lucruri. După cum scria: „Gândim numai prin intermediul cuvintelor“. După Lavoisier, chimiștii au început să împărtășească tot mai mult un limbaj comun.

Capitolul 21. Mici bucăți de materie



Atomii aveau o reputație destul de proastă. Vă amintiți de vechii greci și de noțiunea lor de atom ca parte a universului care era aleatorie și fără scop?

Cum ne simțim noi astăzi, când știm că suntem făcuți din atomi și totul ni se pare atât de firesc?

„Atomul“ modern a fost invenția unui foarte respectabil quaker, John Dalton (1766–1844). Fiu de țesător, a urmat o școală foarte bună, în apropierea locului natal, în English Lake District. Era talentat mai ales la matematică și știință, iar un faimos matematician orb i-a încurajat ambițiile științifice. Dalton s-a stabilit în apropiere de Manchester, un oraș înfloritor, în creștere rapidă în timpul Revoluției industriale, când fabricile au început să domine piața bunurilor de larg consum. Acolo a lucrat ca profesor privat și tutor. A fost prima persoană care a susținut conferințe despre cecitatea cromatică, bazându-se pe propria afecțiune. Mulți ani, cecitatea cromatică a fost numită „daltonism“. În cazul în care cunoașteți pe cineva cu această afecțiune, probabil e vorba despre un băiat, căci la fete apare extrem de rar.

Dalton se simțea în largul său la Societatea Literară și Filosofică din Manchester. Membrii activi au devenit un fel de familie extinsă pentru acest bărbat timid, care nu s-a căsătorit niciodată. Această societate era una dintre multele structuri similare înființate după a doua jumătate a secolului al XVIII-lea în orașe și târguri din toată Europa și din America de Nord. Benjamin Franklin a fost unul dintre fondatorii Societății Filozofice Americane din Philadelphia. „Filosofia naturală“ era, desigur, ceea ce astăzi numim știință. Termenul „Literară“ din numele societății din Manchester ne amintește că la vremea aceea știința nu se separase încă de alte zone de activitate intelectuală; membrii se adunau să asculte prelegeri pe tot felul de subiecte, de la piesele lui Shakespeare la arheologie și chimie. Epoca specializării, când chimiștii se adresează chimiștilor, iar fizicienii, fizicienilor, era departe undeva, în viitor. Dar ce captivant trebuie să fi fost să existe o arie de interes atât de largă!

Dalton era farul călăuzitor al vieții științifice din Manchester, iar munca lui era tot mai apreciată în Europa și în America de Nord. A efectuat o activitate experimentală importantă în domeniul chimiei, dar reputația lui are la bază – și atunci, ca și acum – ideea de atom chimic. Chimiștii de la începuturi au arătat că, atunci când substanțele chimice reacționează între ele, fac acest lucru în moduri care pot fi prevăzute. Când hidrogenul „arde“ în aerul obișnuit (parte din care este oxigen), produsul rezultat este întotdeauna apa; iar dacă măsurați lucrurile cu atenție, veți vedea că proporțiile în care cele

două gaze se combină ca să formeze apa sunt întotdeauna aceleași. (Nu încercați acasă, căci hidrogenul este foarte inflamabil și poate exploda.) Aceeași regularitate este sesizabilă și în alte experimente chimice cu gaze, lichide și solide. De ce?

Pentru Lavoisier, în veacul trecut, se întâmpla astfel pentru că elementele erau unități de bază ale materiei și nu puteau fi separate în părți mai mici. Dalton a numit această cea mai mică unitate a materiei „atom“. A insistat că atomii unui element sunt toți la fel, dar diferiți de atomii din alte elemente. A considerat că atomii sunt părți foarte mici, solide de materie, înconjurate de căldură. Căldura din jurul atomului îl ajuta să explice cum atomii și compușii care se formează când atomii se îmbină pot exista în stări diferite. De pildă, atomii de oxigen și de hidrogen pot exista ca gheață solidă (când au cea mai puțină căldură), apă lichidă sau apă vaporizată (când au cea mai multă căldură).

Dalton a făcut machete pentru a ilustra atomii. A marcat machetele din carton cu simboluri, ca să economisească spațiul (și timpul) când scria numele compușilor și reacțiile lor (ca și cum ar fi trimis un mesaj text modern). La început, sistemul său părea prea ciudat pentru a putea fi folosit cu ușurință, dar ideea era corectă, așa că treptat chimiștii au început să folosească inițialele ca simboluri pentru elemente (și, prin urmare, pentru atomii lui Dalton). Hidrogenul a devenit „H“, oxigenul „O“, carbonul „C“. Uneori trebuia adăugată încă o literă, pentru a se evita confuziile: de pildă, când s-a descoperit heliul – nu putea fi numit H, așa că i s-a spus „He“.

Frumusețea teoriei atomice a lui Dalton era că îngăduia chimiștilor să cunoască multe despre acele bucățele de materie pe care nu le puteau vedea. Dacă toți atomii dintr-un element sunt la fel, atunci ar trebui să aibă aceeași greutate; prin urmare, chimiștii puteau efectua măsurători comparative. Într-un compus făcut din diferite feluri de atomi, ei puteau folosi greutatea relativă pentru a măsura cât de mult din fiecare atom era prezent în acel compus. (Dalton nu putea măsura cât cântărea efectiv un atom individual, așa că greutățile atomice rar erau comparate cu greutățile altor atomi.) Dalton este deschizător de drumuri aici, și nu a înțeles corect lucrurile de fiecare dată. De pildă, când oxigenul și hidrogenul se combină pentru a forma apa, el a presupus că sunt implicați un atom de hidrogen și un atom de oxigen. Bazându-se pe măsurătorile sale atente, a dat hidrogenului masa

atomică 1 (acesta fiind cel mai ușor element cunoscut) și oxigenului, masa atomică 7; așa că a afirmat că aveau o proporție a greutății de 1 la 7, sau 1:7. El își rotunjea întotdeauna masele atomice la numere întregi, iar masele comparative cu care lucra sugerează că avea dreptate. De fapt, raporturile de masă din apă sunt mai degrabă de 1:8. Acum știm că sunt doi atomi de hidrogen în fiecare moleculă de apă, așa că proporția este de fapt 1:16 – un atom de hidrogen la 16 de oxigen. Masa atomică a oxigenului este 16. Hidrogenul și-a păstrat greutatea magică 1, pe care i-a dat-o Dalton. Hidrogenul nu este numai cel mai ușor atom, este și cel mai des întâlnit din univers.

Teoria atomică a lui Dalton dă sens reacțiilor chimice, arătând cum se combină în proporții definite elementele și atomii. Așadar asta fac oxigenul și hidrogenul când formează apa, la fel și carbonul și oxigenul când fac dioxidul de carbon sau azotul și hidrogenul când fac amoniacul. O asemenea regularitate și consistență, precum și instrumente tot mai precise pentru măsurare, au făcut din chimie o știință revoluționară a secolului al XIX-lea. Teoria atomică a lui Dalton i-a asigurat fundația.

Humphry Davy (1778–1829) a fost centrul acestei chimii. În vreme ce Dalton a fost tăcut, Davy era scriitor și ambițios din punct de vedere social. La fel ca Dalton, provenea din clasa muncitoare și urmasa o școală bună în Cornwall. A fost și foarte norocos. A fost ucenicul unui medic din apropiere, care îl instrua pe Davy să devină medic de familie. În loc de asta, Davy a folosit cărțile magistrului pentru a se instrui în domeniul chimiei (și al limbilor străine). S-a mutat la Bristol și a devenit asistent într-o instituție medicală specială, care folosea diferite gaze pentru a trata pacienții. Acolo, Davy a făcut experimente cu protoxidul de azot, numit și gaz ilariant, pentru că îi face să râdă pe cei care îl inspiră. Cartea lui Davy despre gaz, publicată în 1800, a făcut senzație, iar protoxidul de azot a devenit un „drog recreațional”, petrecerile cu gaz ilariant fiind în mare vogă. Davy a mai remarcat că, după inspirarea gazului, oamenii nu mai simt durerea, și a sugerat că ar fi folosit în medicină. A fost nevoie de 40 de ani pentru ca doctorii să se aplece asupra sugestiei lui; gazul este folosit uneori și astăzi ca anestezic în stomatologia modernă și în medicină.

Numai Londra putea satisface ambițiile lui Davy. A avut norocul de a fi numit lector de chimie la Royal Institution, o organizație care își propunea să

aducă știința în mijlocul publicului din clasa de mijloc. Davy, omul spectacolului, a înflorit aici. Prelegerile sale despre chimie atrăgeau mulțimi numeroase; oamenii veneau la prelegeri atât ca să învețe ceva, dar și pentru a se distra. Davy a devenit profesor la institut și cercetările lui și-au luat avânt. Alături de alți chimiști, a descoperit utilizarea chimică a „pilei electrice” a lui Volta, prima baterie. A dizolvat compuși în lichid pentru a face soluții și apoi a folosit pila pentru a trece un curent electric prin ele, analizând ce se întâmplă. A văzut că în multe soluții elementele și compușii erau atrași fie de capătul pozitiv, fie de capătul negativ (poli) al pilei. În acest fel Davy a identificat mai multe elemente noi: sodiul și potasiul, de pildă, se acumula în jurul polului negativ. Sodiul e o parte a compusului clorură de sodiu, substanța care face oceanul sărat și pe care noi o punem în mâncare. Odată ce noi elemente erau descoperite, Davy putea face experimente cu ele, încercând să stabilească masa lor atomică relativă.

Pila lui Volta, cu polii ei pozitiv și negativ, a schimbat felul în care se raportau mulți chimiști la atomi și la compușii chimici. Lucrurile încărcate pozitiv se duceau spre polul negativ, iar cele încărcate negativ, spre polul pozitiv. Aceasta i-a ajutat să explice de ce elementele aveau tendința naturală de a se combina unele cu altele. Chimistul suedez Jöns Jacob Berzelius (1779–1848) a făcut din acest fapt elementul central al faimoasei sale teorii al combinației chimice. Berzelius a supraviețuit unei copilării dificile. Și-a pierdut ambii părinți la o vârstă fragedă și a fost crescut de diferite rude. Dar a crescut și a devenit unul dintre cei mai faimoși chimiști din Europa. A descoperit plăcerea cercetării chimice când se pregătea să devină medic și a putut lucra pe post de chimist în capitala Suediei, Stockholm, unde locuia. A călătorit mult, mai ales la Paris și la Londra, locuri foarte interesante pentru un savant ca el.

La fel ca Davy, Berzelius a folosit pila voltaică pentru a urmări compușii în soluție. Astfel a descoperit mai multe elemente noi și a publicat o listă cu ele, cu cea mai precisă masă atomică. A obținut aceste greutăți analizând cu mare atenție greutatea relativă a substanțelor care se combină pentru a face compuși noi sau prin descompunerea compușilor și apoi măsurarea atentă a produselor rezultate. Tabelul său chimic din 1818 cuprindea masa atomică pentru 45 de elemente; cea a hidrogenului era tot 1. A furnizat și compoziția cunoscută a peste 2 000 de compuși. Berzelius a fost cel care a popularizat convenția lui Dalton de identificare a elementelor prin prima sau primele

două litere ale numelor lor: C pentru carbon, Ca pentru calciu și așa mai departe, ceea ce a făcut mult mai lesne de citit limbajul reacțiilor chimice. Când compușii aveau mai mult de un atom dintr-un element în ei, aceasta se indica printr-un număr așezat după literă. Berzelius pune cifra deasupra literei, dar oamenii de știință de azi o pun dedesubt: O_2 înseamnă doi atomi de oxigen. În afară de asta, Berzelius scria formulele chimice aproape la fel cum le scriem și noi astăzi.

Berzelius era mult mai priceput la compușii anorganici decât la cei organici. Compușii „organici” sunt cei care conțin carbon și sunt asociați cu lucrurile vii: zaharurile și proteinele sunt două exemple. Compușii organici sunt adesea mai complecși, chimic vorbind, decât cei anorganici și tind să reacționeze în moduri mai curând diferite decât acizii, sărurile și mineralele pe care Berzelius le examina de obicei. El s-a gândit că reacțiile care au loc în corpul nostru (sau cele din interiorul lucrurilor vii, de pildă un copac sau o vacă) nu pot fi explicate în același fel precum cele din laborator. Chimia organică începuse să se dezvolte încă de pe vremea lui în Franța și în Germania și, cu toate că s-a separat de acei chimiști, a contribuit la cercetările lor. Mai întâi, le-a dăruit cuvântul „proteină” pentru a descrie unul dintre cei mai importanți compuși organici. În al treilea rând, el și-a dat seama că multe reacții chimice nu vor avea loc în absența unui al treilea element. A numit acest al treilea element „catalizator”. El ajută reacția – de multe ori prin grăbirea ei – dar nu se schimbă efectiv în timpul acesteia, spre deosebire de celelalte substanțe chimice care se combină sau se descompun. Catalizatorii pot fi găsiți în natură și cercetarea modului în care funcționează ei a fost scopul multor chimiști de la Berzelius încoace.

Peste tot în Europa, „atomii” îi ajutau pe chimiști să își înțeleagă munca. Dar mai rămâneau numeroase nedumeri. În 1811, în Italia, fizicianul Amedeo Avogadro (1776–1856) face o declarație îndrăznească. A fost atât de îndrăznească, încât a fost ignorată de chimiști timp de aproape 40 de ani. A declarat că numărul de particule din orice gaz într-un volum fix și la aceeași temperatură este întotdeauna identic. „Ipoteza lui Avogadro”, cum a ajuns să fie numită, a avut consecințe importante. Însemna că masa moleculară a gazelor putea fi calculată direct, folosind formula stabilită de el. Ideea – sau ipoteza – lui a ajutat și la modificarea teoriei atomice a lui Dalton, pentru că explica o trăsătură stranie a unuia dintre cele mai studiate gaze: vaporii de apă. Multă vreme chimiștii s-au întrebat de ce volumul hidrogenului și al

oxigenului dintr-o cantitate dată de vapori de apă era incorect dacă se presupunea că un atom de hidrogen și un atom de oxigen se combinau pentru a da o moleculă de apă. S-a dovedit că erau de fapt doi atomi de hidrogen la un atom de oxigen pentru fiecare moleculă de apă. Chimistii au descoperit că multe gaze, inclusiv hidrogenul și oxigenul, există în natură nu ca atomi singuri, ci ca molecule: doi sau mai mulți atomi alăturați: H_2 și O_2 , cum am spune azi.

Ideea lui Avogadro nu părea a avea sens dacă dădeai crezare teoriei atomice a lui Dalton sau ideii lui Berzelius că atomii elementelor au caracteristici clare pozitive sau negative. Cum se puteau lega împreună doi atomi negativi de oxigen? Aceste probleme au însemnat că munca lui Avogadro a fost neglijată multă vreme. Mai târziu totuși, a elucidat multe mistere ale chimiei, iar acum este fundamentală pentru înțelegerea atomului chimic. Așa stau adesea lucrurile cu știința: lucrurile se îmbină laolaltă numai după foarte multă vreme și abia atunci toate încep să capete sens.

Capitolul 22. Forțe, câmpuri și magnetism



Atomul lui Dalton a ajutat la crearea chimiei moderne, dar existau și alte căi de a aborda atomii. Pentru început, ei pot face mult mai mult decât a se combina pentru a forma compuși. Atomii nu intră pur și simplu în reacții

chimice. Și Davy, și Berzelius au folosit în mod inteligent faptul că atomii dintr-o soluție pot fi atrași de polii pozitivi sau negativi dacă prin soluție se trece un curent electric: și atomii erau parte a „electricității“. De pildă, de ce într-o soluție de apă de mare, sodiul migrează spre polul negativ, iar clorul, spre cel pozitiv?

Astfel de probleme stârneau dezbateri aprinse la începutul secolului al XIX-lea. Unul dintre principalii cercetători care le-au abordat a fost Michael Faraday (1791–1867). Faraday a fost un personaj remarcabil. Născut într-o familie simplă, a avut parte numai de o educație elementară. Și-a petrecut tinerețea învățând meseria de legător de cărți, dar așa a descoperit știința și și-a petrecut timpul liber citind tot ce-i cădea în mână. O carte de popularizare a chimiei pentru copii i-a aprins imaginația, iar un client al legătoriei la care lucra i-a dăruit un bilet la una din prelegerile lui Humphry Davy, la Royal Institution. Faraday a ascultat vrăjit și și-a luat notițe cu scrisul său îngrijit. Mai dornic de studiu ca niciodată, i-a arătat notițele sale lui Davy, care a fost impresionat de acuratețea lor, dar i-a spus lui Faraday că nu existau locuri de muncă în știință, iar legătoria de cărți era o meserie mai bună pentru un tânăr care trebuia să își câștige existența.

Totuși, la scurtă vreme după aceea, un asistent de laborator de la Royal Institution a fost concediat, iar Davy i-a propus postul lui Faraday. Acesta a rămas acolo toată viața, ajutând la transformarea organizației într-un loc profitabil, cu o extraordinară reputație. Faraday și-a petrecut primele zile la institut rezolvând probleme de chimie pentru Davy. Faraday excela în munca de laborator, dar a continuat să citească despre probleme științifice mai generale. Era membru fidel al unui grup de protestanți; a consacrat multe ore Bisericii, iar credința religioasă i-a condus și investigațiile științifice. Pe scurt, credea că Dumnezeu crease universul în forma în care este el, dar oamenii aveau capacitatea de a înțelege cum se îmbinau toate laolaltă.

La scurtă vreme după ce Faraday a ajuns la Royal Institution, Davy și noua lui soție au plecat într-un turneu prin Europa și l-au luat pe Faraday cu ei. Soția nobilă a lui Davy îl trata pe Faraday ca pe un servitor, dar turneul de 18 luni i-a permis lui Faraday să cunoască multe dintre figurile de frunte ale științei acelor vremuri din Europa. Când s-au întors la Londra, Faraday și Davy și-au continuat munca la multe probleme practice: ce provoacă exploziile în mine; cum ar putea fi îmbunătățit fundul din cupru al navelor;

care erau caracteristicile optice ale sticlei? Pe măsură ce Davy devenea tot mai preocupat de politicile științifice, Faraday devenea tot mai stăpân pe sine, îndreptându-și atenția spre relația dintre electricitate și magnetism.

În 1820, fizicianul danez Hans Christian Oersted (1777–1851) a descoperit electromagnetismul: manipularea unui curent electric în așa fel încât acesta să creeze un „câmp” magnetic. Magnetismul era cunoscut de multă vreme, iar busola cu ac de fier care indică întotdeauna nordul este utilă și în ziua de azi. Navigatorii au folosit busola mult înainte ca Cristofor Columb să descopere America, iar filosofii naturaliști s-au întrebat mereu de ce numai câteva materiale (ca fierul, de pildă) puteau fi magnetizate. Cele mai multe lucruri nu puteau fi magnetizate. Faptul că busolele arătau de fiecare dată în aceeași direcție însemna că pământul însuși acționa ca un magnet uriaș.

Electromagnetismul lui Oersted a creat un val de interes științific, iar Faraday a acceptat provocarea și a dus-o mai departe. În septembrie 1821 a pus la cale unul dintre cele mai faimoase experimente științifice din lume. Lucrând cu un mic ac magnetic, a observat că acul continua să se învârtă dacă era înconjurat de sârme încărcate cu curent electric. În timp ce electricitatea se scurgea prin bobina de sârmă, crea un câmp magnetic către care acul era atras în continuare, învârtindu-se iar și iar. Efectul acesta era rezultatul a ceea ce Faraday numea „linii de forță” și și-a dat seama de importanța descoperirii. Ceea ce a făcut el – pentru prima dată – a fost transformarea energiei electrice (electricitatea) în energie mecanică (mișcarea sau puterea acului care se învâртеște). A inventat astfel principiul tuturor motoarelor noastre electrice. Și acestea exact asta fac: convertesc electricitatea în putere în mașinile de spălat, în CD-playere sau în aspiratoare.

În următorii 30 de ani, Faraday a continuat să studieze electricitatea și magnetismul. A fost unul dintre cei mai talentați experimentatori din lume: își planifica cu atenție munca și o pune în aplicare cu mare grijă. Ca autodidact nu a învățat și matematică, așa că lucrările sale științifice semănau cu notele de laborator: descrieri detaliate ale echipamentelor folosite, ce anume a făcut și ce a observat. Munca lui i-a ajutat pe oamenii de știință să înțeleagă rolul sarcinilor electrice în reacțiile chimice. La începutul anilor 1830, a adăugat generatorul electric și transformatorul electric la lista invențiilor sale. Și-a făcut generatorul electric prin mișcarea unui magnet

permanent în interiorul și în afara unei bobine electrice, creând astfel un curent electric. Pentru a face transformatorul, a trecut curent electric printr-o sârmă înfășurată în jurul unui inel de fier, ceea ce a produs o scurtă descărcare electrică în altă sârmă, înfășurată în jurul celeilalte fețe a inelului. Faraday știa că aceste experimente erau nerafinate, dar mai știa și că descoperise ceva foarte important. Relația dintre electricitate și magnetism și convertirea energiei electrice în energie mecanică este cea care a dat efectiv direcție lumii moderne.

Faraday a mers în continuare pe linia intereselor sale științifice majore și a petrecut multă vreme în comisii științifice și la conducerea Royal Institution. A inițiat Prelegerile de Crăciun, care sunt și astăzi foarte populare; probabil ați urmărit câteva la televizor. Dar electricitatea și magnetismul au rămas marea lui dragoste. Fascinația lui ne-a lăsat un vocabular nou și multe aplicații folositoare. Avea chiar obiceiul să facă glume despre invențiile sale. Când a fost întrebat de un politician despre valoarea practică a electricității, se spune că ar fi răspuns: „Păi, domnule, e foarte probabil ca în scurtă vreme să o puteți taxa“.

Peste Atlantic a apărut un alt mare rezultat al interesului pentru electricitate și magnetism care a dus la schimbarea feței lumii: telegraful electric. Trimiterea de semnale prin fire electrice a început în primii ani ai secolului al XIX-lea, dar americanul Samuel Morse (1792–1872) a dezvoltat primul telegraf la mare distanță. În 1844, el a trimis un mesaj la peste 61 de kilometri distanță (folosind codul Morse, care îi poartă numele) de la Washington, DC, la Baltimore. Comunicarea prin telegraf s-a dezvoltat rapid în toată lumea, iar britanicii au folosit-o pentru a se conecta cu regiunile cele mai îndepărtate din întinsul lor imperiu. Acum era posibil ca oamenii să comunice rapid unii cu alții, iar știrile să fie transmise imediat după ce se întâmpla ceva.

Faraday a venit cu ideea unui „câmp“ de acțiune pentru a explica de ce electricitatea și magnetismul au aceste caracteristici uluitoare. Câmpurile (zone de influență) au fost folosite și înainte de oamenii de știință care au încercat să explice misterele reacțiilor chimice, electricitatea, magnetismul, lumina și gravitația. Aceste lucruri se petreceau, credeau ei, într-un spațiu sau într-un câmp anume, așa cum unele jocuri se joacă în curți special amenajate, pe terenuri sau pe stadioane. Faraday a făcut din această idee

centrul explicației sale a magnetismului și electricității, susținând că cel mai important lucru era măsurarea zonei de activitate, nu preocuparea legată de unde se aflau de fapt electricitatea, lumina sau magnetismul. Dar forța unui câmp electric poate fi demonstrată prin experimente.

Faraday nu putea crede că ceva precum gravitația, de pildă, își putea exercita influența în vid. El a rezolvat aceasta presupunând că nu exista golul absolut. Mai curând, a afirmat el, spațiul era plin cu o substanță foarte rafinată numită „eter“. Acest „eter“ (care nu are nimic de-a face cu eterul, gazul anesteziant) îi ajută pe fizicieni și pe chimiști să explice multe lucruri prin influența directă. Prin urmare, „câmpul“ lui Faraday din jurul curenților electrici sau al magneților putea fi rezultatul stimulării magnetice sau electrice a acestei substanțe foarte rafinate, eterul. În felul acesta, și gravitația era ușor de explicat – altminteri, semăna cu o forță stranie și ocultă, asemănătoare cu puterile alchimiștilor străvechi, adică ceva în care Faraday și oamenii moderni de știință nu credeau. Eterul nu era ceva ce putea fi văzut sau simțit, dar fizicienii credeau că explică rezultatele experimentelor lor. În Anglia au continuat să folosească ideea de eter până la începutul anilor 1900, când experimentele au dovedit că el de fapt nu există.

Munca lui Faraday despre forțe s-a dovedit a fi mai folositoare. Fizicienii de mai târziu au extins-o și au furnizat descrieri matematice mai bune ale electricității, magnetismului și multor altor fenomene pe care lumea fizică le dezvăluie când este explorată. Faraday a fost ultimul mare fizician care nu a folosit matematica.

Omul care a asigurat moștenirea lui Faraday a fost James Clerk Maxwell (1831–1879), care aparținea noii generații de fizicieni matematicieni. Despre Maxwell se vorbește adesea în același fel ca despre Newton și Einstein. A fost în mod cert unul dintre cei mai creativi fizicieni din toate timpurile. S-a născut în Edinburgh și a făcut școala acolo, până a plecat să studieze la Universitatea Cambridge. S-a întors pentru scurtă vreme în Scoția să predea, dar în 1860 a plecat la Londra, la King's College. Aici a petrecut cei mai productivi ani din viață. Descriesese deja inelele planetei Saturn, dar în Londra a dezvoltat teoria culorilor și a făcut prima fotografie color. Era interesat și de electricitate și magnetism și le-a adus categoric împreună: după Maxwell, fizicienii au putut folosi matematica pentru a descrie electromagnetismul. Maxwell a oferit instrumentele matematice și ecuațiile

necesare pentru a descrie ideile lui Faraday despre câmpuri. Ecuațiile sale demonstau despre câmpurile electromagnetice că au proprietăți ca undele, o descoperire foarte importantă în fizică. Aceste unde călătoresc cu viteza luminii, iar noi știm astăzi că lumina și energia solară ajung la noi în unde electromagnetice. Într-adevăr, Maxwell a prevăzut toate tipurile de unde pe care le cunoaștem: undele radio care permit transmisiile radio, microundele din bucătărie, ultravioletele și undele de lumină infraroșie de deasupra și de sub culorile curcubeului, precum și razele X și undele sau razele gamma. Aceste unde fac astăzi parte din viața cotidiană. Totuși majoritatea acestor forme de energie încă așteptau să fie descoperite în momentul în care Maxwell le-a prezis, așa că nu este surprinzător că geniul lui a avut nevoie de timp ca să fie pe deplin recunoscut. Cartea sa *Treatise on Electricity and Magnetism* (Tratat despre electricitate și magnetism) (1873) este probabil cea mai importantă lucrare de fizică din perioada cuprinsă între *Principia* lui Newton și scrierile din secolul XX.

Când a scris această carte, Maxwell plecase de la Cambridge pentru a organiza Laboratorul Cavendish, unde în deceniile următoare se vor efectua numeroase experimente fizice de importanță majoră. Maxwell a murit tânăr, la 48 de ani, dar nu înainte de a finaliza o cercetare fundamentală despre comportamentul gazelor, folosind tehnicile matematice speciale ale statisticii. Acestea i-au permis să descrie cum numărul mare de atomi dintr-un gaz, fiecare mișcându-se cu viteze ușor diferite și în direcții diferite, vor produce efecte la temperaturi și presiuni diferite. El a furnizat instrumentele matematice pentru a explica ceea ce Robert Boyle și Robert Hooke observaseră cu mulți ani înainte. Maxwell a dezvoltat și conceptul elementar de „mecanisme de feedback”: procese care se desfășoară în cercuri, pe care el le-a numit „guvernatori”. Aceste mecanisme sunt foarte importante în tehnologie, în evoluțiile inteligenței artificiale în secolul XX și în computere. Ele au loc și în organismele noastre. De pildă, când ne este prea cald, corpul simte și transpiră; sau când ne este frig, tremurăm, iar contractarea mușchilor în tremur produce căldura care ne încălzește. Aceste mecanisme de feedback ne ajută să ne menținem temperatura corpului constantă.

Maxwell a avut și un elegant simț al umorului, a fost profund religios și foarte atașat de soția sa, care l-a ținut mereu din scurt. La serate, ea avea obiceiul să spună: „James, începi să te simți prea bine, e timpul să plecăm”. Din fericire, nu s-a opus marii plăceri a vieții lui: munca în laborator.

Capitolul 23. Dezgropând dinozauri



Când eram mic, mi-era greu să spun ce diferențe sunt între dinozauri și dragoni. În poze toți arată la fel, cu colți mari, fălci puternice, piele solzoasă

și ochi răi, uneori înfățișați atacând făpturile din jurul lor. Și dinozaurii, și dragonii sunt genul de creaturi pe care e mai bine să le eviți.

Între dragoni și dinozauri există totuși o diferență importantă. Dragonii apar în miturile Greciei Antice, în legendele regelui Arthur, la paradele de Anul Nou chinezesc, precum și în multe alte spectacole de-a lungul istoriei omenirii. Dar, chiar dacă puterea lor este atât de mare încât sunt în continuare înfățișați și în poveștile de azi, rămân produse ale imaginației umane. Dragonii nu au existat niciodată.

Dinozaurii, pe de altă parte, chiar au existat odinioară. Au trăit pe pământ foarte multă vreme, chiar dacă ființele umane nu i-au văzut niciodată. Perioada lor de înflorire maximă a fost acum aproximativ 200 de milioane de ani; noi știm despre ei pentru că oasele lor s-au păstrat ca fosile. Descoperirea oaselor acestora la începutul secolului al XIX-lea a fost un pas important pentru știință. Primii geologi, apoi și oamenii obișnuiți, au început să își dea seama că Pământul este mult, mult mai vechi decât se presupunea.

Cuvântul „paleontologie“ a fost inventat în Franța în 1822 pentru a da un nume științei care se ocupa cu studiul fosilelor. Fosilele sunt părți animale și vegetale care au fost odinioară vii, dar s-au pietrificat lent după moarte, când s-au întrunit anumite condiții. Fosilele pot fi admirate astăzi în multe muzee, iar colectarea lor poate fi foarte interesantă. Numai că poate fi ceva mai dificil în zilele noastre, pentru că majoritatea fosilelor lesne de reperat au fost deja adunate pentru studiu și au fost expuse publicului. Dar în unele locuri, precum Lyme Regis din sudul coastei Angliei, unde stâncile încă sunt erodate de valurile mării, adesea ies la iveală fosile.

Oamenii caută fosile de sute de ani. La început, cuvântul „fosile“ însemna „tot ceea ce poate fi dezgropat“, așadar „fosile“ puteau fi monede vechi, cioburi de vase de lut, poate chiar câteva bucăți drăguțe de cuarț. Dar multe dintre aceste obiecte îngropate în pământ semănau cu niște carapace, dinți sau oase de animale și, treptat, cuvântul „fosile“ a ajuns să însemne exact aceste lucruri, care arătau ca niște fragmente animale. Carapacele unor animale marine au ajuns să fie găsite în vârful munților, foarte departe de mare. De multe ori, oasele imense, carapacele sau dinții nu păreau a proveni de la nici un animal cunoscut. În anii 1600, când naturaliștii au început să își pună întrebări despre toate aceste descoperiri, au apărut trei tipuri de

explicații. În primul rând, unii credeau că aceste forme au fost produse de o forță specială din natură care s-a străduit, dar a eșuat să creeze un nou fel de organisme. Acestea erau similare cu animalele și plantele vii, dar nu au reușit să reziste. În al doilea rând, alții au spus că fosilele erau rămășițe ale unor specii de plante și animale care pur și simplu nu fuseseră descoperite încă. Chiar o mare parte din Pământ era încă neexplorată, așa că era foarte posibil ca la un moment dat aceste creaturi să fie descoperite în locuri îndepărtate ale lumii sau poate chiar în oceane. Un al treilea grup de învățați a îndrăznit să sugereze că aceste organisme erau creaturi care trăiseră odinioară, dar dispăruseră. Dacă era adevărat, asta însemna că Pământul era mult mai bătrân decât credeau oamenii.

Abia în secolul al XVIII-lea termenul „fosilă” și-a căpătat sensul modern, adică rămășițe pietrificate ale unei plante sau ale unui animal care a trăit cu foarte multă vreme în urmă. Această înțelegere a început să domine gândirea științifică. Omul de știință care a convins omenirea că unele animale au dispărut a fost francezul Georges Cuvier (1769–1832). Cuvier era foarte bun la anatomie, mai ales la compararea anatomiei diverselor tipuri de animale. A manifestat un interes aparte pentru pești, dar avea vaste cunoștințe despre întreg regnul animal. A disecat sute de animale diferite, a comparat părți diferite ale corpurilor lor și a cercetat ce funcții îndeplineau organele lor. A susținut că animalele erau un fel de mașini vii, în care fiecare parte avea un scop propriu. A mai observat că în corpul unui animal toate părțile lucrează împreună. De pildă, animalele care mâncau carne aveau canini (dinți ascuțiți) care le permiteau să sfâșie pielea prăzii. Aveau un sistem digestiv potrivit, mușchi și toate caracteristicile necesare pentru a-și prinde prada și a trăi cu carne. Cele care se hrănesc cu plante, precum vacile, oile, au dinți cu vârfuri tocite, care le ajută să macine iarba și fânul. Structura lor osoasă și mușchii sunt mai curând pentru a le ține în picioare, în poziție relativ statică, decât pentru alergare și sărituri.

Convingerea lui Cuvier că animalele sunt atât de minunat construite încât toate părțile se îmbină armonios într-un întreg l-a ajutat să ne spună multe despre structura animalelor și modul lor de viață prin simpla cercetare a unei părți a corpului lor. Găsiți un canin și ați găsit o carnivoră, spunea el; a dorit să aplice același principiu și fosilelor. Împreună cu un alt anatomist au întreprins o cercetare minuțioasă de fosile în jurul Parisului. Au descoperit că adesea fosilele seamănă cu părți de animale vii, care pot fi găsite în

continuare în regiune, dar în multe cazuri dinții și oasele prezentau diferențe mici, dar semnificative. Din fericire, rămășițele înghețate ale unui elefant uriaș au fost descoperite în Siberia. Cuvier a examinat acest „mamut lânos“, cum a fost numit, și a afirmat că nu numai că nu aparținea nici unei specii de elefanți cunoscută, dar și că un animal de o asemenea dimensiune sigur ar fi fost remarcat dacă s-ar fi întâmplat să bântuie încă prin păduri. Așa că trebuie să fi fost vorba despre o specie dispărută.

Când a fost acceptată ideea că unele specii de animale (și de plante) erau dispărute, pentru naturaliști a fost mult mai simplu să interpreteze numărul mare de fosile care fusese descoperit. Descoperirile a două persoane din Anglia au ajutat la crearea noțiunii de lume preistorică. Prima a fost Mary Anning (1799–1847). Era fiica unui tâmplar sărac care trăia în Lyme Regis, regiune din sudul Angliei erodată de mare. Era un loc ideal pentru vânătoarea de fosile a lui Mary. Încă de copilă a căutat fosile, căci exemplarele bune putea fi vândute pe bani frumoși oamenilor de știință și colecționarilor. Mary și fratele ei Joseph și-au folosit cunoștințele locale pentru a pune pe picioare o mică afacere de adunare și vânzare de fosile. În 1811 au găsit craniul, apoi mai multe oase ale unei creaturi ciudate. A fost estimată la cinci metri lungime; era puțin probabil ca ceva asemănător să mai fi fost descoperit vreodată. A fost expusă la Oxford și numită Ichthyosaurus, care înseamnă literal „peștele-șopârlă“, căci avea înotătoare, deci înotase în apă. Mary a căutat și a găsit multe alte fosile spectaculoase, inclusiv una care semăna puțin cu o țestoasă uriașă, dar fără nici o dovadă că ar fi existat vreodată și o carapace. Aceasta a fost numită Plesiosaurus, care înseamnă „aproape reptilă“. Aceste descoperiri i-au adus faimă și ceva bani. Dar cum vânătoarea de reptile s-a extins, Mary s-a trezit confruntată cu o competiție acerbă și i-a fost tot mai greu să se susțină pe ea și familia ei din această afacere.

Mary Anning nu avea educație și pierdea orice drept asupra fosilelor pe care le găsea de îndată ce le vindea. Gideon Mantell (1790–1852) s-a confruntat cu altfel de probleme. Era medic de familie în Lewes, Sussex – tot în sudul Angliei –, și avea acces la multe fosile din carierele de calcar din apropiere. Ca medic, avea bune cunoștințe de anatomie și era capabil să interpreteze fosilele. Dar trebuia să își împace pasiunea pentru fosile cu cabinetul medical destul de aglomerat și o familie în creștere. Și-a transformat casa într-un soi de muzeu al fosilelor, lucru care nu a fost pe placul soției.

Călătoria la Londra pentru a-și prezenta descoperirile oamenilor de știință de acolo era o treabă greoaie și costisitoare.

În ciuda acestor probleme, Mantell a continuat și a fost răsplătit prin descoperirea mai multor animale exotice. În anii 1820 a găsit niște dinți care arătau diferit de tot ceea ce se știa până atunci, iar proprietarul dinților a fost numit Iguanodon, ceea ce înseamnă „cu dinți ca de iguană” (un fel de șopârlă tropicală). Câțiva admiratori i-au dat și alte părți din scheletul de iguanodon pe care le găsiseră. Mantell a descoperit și un dinozaur cu solzi, Hylaeosaurus, care confirma că unele dintre aceste creaturi gigantice au pășit pe suprafața pământului. Altele nu, căci aveau trăsături de păsări, așadar, această lume stranie a avut creaturi care trăiseră în mare, pe pământ și în aer.

Când vedem aceste creaturi enorme, minunat reconstruite în muzee, ne e dificil să ne dăm seama cât de greu a fost pentru bărbații și femeile care le-au descoperit primii. Oasele fosilizate erau adesea împrăștiate ici și colo, iar din schelete lipseau părți importante. Aveau un număr limitat de animale vii sau fosilizate cu care să își compare descoperirile și nu aveau nici una dintre tehnicile moderne de datare a descoperirilor lor. Nu puteau decât să estimeze mărimea descoperirilor lor prin compararea oaselor găsite – de pildă un femur – cu cea a animalelor mari, existente, cum ar fi rinocerii sau elefanții. Mărimile estimate erau năucitoare. Au folosit principiul lui Cuvier pentru a încerca să reconstituie întregul schelet pornind de la părți ale acestuia și au făcut speculații despre cum se hrănea acel animal, cum se mișca, dacă a trăit pe pământ, în aer sau în apă, sau poate în mai multe medii. Multe dintre ideile lor au trebuit revizuite pe măsură ce se descopereau tot mai mulți dinozauri și se aflau tot mai multe despre istoria timpurie a Pământului. Dar descoperirile lor au schimbat pentru totdeauna felul în care gândim despre lumea în care locuim.

„Vânătorii de dinozauri” au determinat publicul general să înțeleagă cât de bătrân era Pământul și cât de complexe fuseseră creaturile care trăiseră pe el cu mult înainte de apariția omului. Această lume veche a înflăcărat imaginația și în multe reviste în vogă au apărut tot felul de desene care îi reprezentau. Scriitori ca Charles Dickens se puteau referi acum la aceste reptile uriașe, știind că cititorii vor înțelege la ceea ce se refereau. Numele „dinozaur” a fost folosit prima dată în 1842: înseamnă, aproximativ, „șopârlă teribil de mare”. Noi tipuri de dinozauri au fost descoperite de atunci, și nu

numai în Anglia, ci în toată lumea. Au fost repede integrați într-o istorie generală a vieții pe Pământ, iar perioada în care au trăit a fost calculată aproximativ după vârsta pietrelor în care au fost găsiți.

Richard Owen (1804–1892), cel care i-a botezat „dinozauri“, s-a folosit de cercetările lui asupra acestor creaturi pentru a avansa în cariera științifică. El este omul din spatele actualului Muzeu de Istorie Naturală din Londra. E un muzeu minunat, în care dinozaurii ocupă în continuare un loc de frunte. Mulți dintre cei expuși sunt specimene originale, găsite de persoane ca Mary Anning.

În 1851, Londra a găzduit prima dintr-o serie de Expoziții Universale. Numită Marea Expoziție, a adus împreună exponate din știință, tehnologie, artă, transport și cultură din toată lumea. Expoziția a fost găzduită într-o clădire de o uluitoare îndrăzneală: „Palatul de Cristal“, o uriașă casă din sticlă amplasată în centrul Hyde Park, exact în mijlocul Londrei. Era înaltă de 33 de metri, lată de 124 de metri și lungă de 563 de metri. Oamenii nu credeau că se poate construi ceva atât de mare din sticlă și metal, dar Joseph Paxton a făcut-o! Era un grădinar și constructor care avea experiența construirii unor sere mari pentru lorzii din epoca victoriană. O astfel de expoziție a fost ceva nemaivăzut până atunci și șase milioane de oameni din întreaga lume s-au îngrămădit să o viziteze în cursul celor șase luni cât a fost deschisă.

Când s-a închis, Palatul de Cristal a fost demontat și mutat în Sydenham Park, în periferia sudică a Londrei. Ca parte a dezvoltării acestui loc, a fost creat astfel primul parc tematic din lume. Era dedicat dinozaurilor și altor creaturi din lumea preistorică. Replici uriașe de Iguanodon, Ichthyosaurus, Megalosaurus și ale altor animale preistorice au fost construite și amplasate în și de jur împrejurul unui lac artificial. Iguanodon era atât de mare încât de Anul Nou, în 1853, 24 de oaspeți au luat cina în mulajul folosit pentru a face acest corp uriaș. Zona este numită și astăzi Palatul de Cristal, deși clădirea de sticlă a ars într-un incendiu teribil din 1936. Câțiva dintre dinozaurii reconstruiți nu mai arată prea bine astăzi, dar au supraviețuit focului și pot fi văzuți, vechi și ponosiți, magnifice reminiscențe ale trecutului.

Astăzi știm mult mai multe despre Epoca Dinozaurilor. Au fost găsite multe tipuri diferite și le putem stabili vârsta mult mai precis decât au putut să o

facă Mantell și Owen. Uneori spunem că au dispărut destul repede. (Geologic, timpul se mișcă foarte lent, după cum vom vedea în capitolul următor.) Ceea ce vrem să spunem este că dinozaurii uriași au dispărut probabil ca rezultat al schimbărilor climatice, după ce un asteroid uriaș a lovit Pământul în urmă cu 65 de milioane de ani. Dar nu au dispărut toți. Unii dinozauri mici au supraviețuit, au evoluat și le puteți vedea urmașii zilnic, în grădinile voastre. Se numesc păsări.

Capitolul 24. Istoria planetei noastre



Descoperirea oaselor animalelor străvechi este numai o parte a poveștii. În plimbările voastre la țară, probabil ați remarcat că prin mijlocul celor mai multe văi curge un râu sau un pârâu. Dealurile și munții înconjoară văile. În

unele părți ale lumii, în Alpii elvețieni, de pildă, e uluitor să vezi cât de înalți sunt munții și cât de adânci, văile.

Cum s-a format relieful Pământului? Nu se poate ca munții și văile să fi fost dintotdeauna așa cum sunt astăzi, dat fiind că peisajul se schimbă în fiecare an din cauza cutremurelor, a erupțiilor vulcanice, a inundațiilor și a ghețarilor. Schimbările dintr-un an pot fi insesizabile, dar chiar pe durata vieții unui om pot apărea diferențe vizibile. Liniile de coastă se erodează și uneori casele se prăbușesc în mare. Înmulțiți toate acestea cu câteva sau mai multe generații și veți vedea că schimbările sunt mult mai mari.

Cutremurele violente, vulcanii și tsunamiurile nu sunt o noutate. Multele Vezuviu de lângă Napoli, Italia, a erupt în anul 79. A îngropat orașul de la poalele lui, Pompeii, omorând mulți oameni, iar cenușa și lava au schimbat radical aspectul coastei. Astăzi ne putem plimba pe străzile din Pompeii scoase la iveală din cenușa și piatra ponce care au pus stăpânire pe acest loc.

Mulți oameni s-au întrebat de ce se petrec astfel de întâmplări dramatice. Unii au spus că erau acte supranaturale. Dar, din ultima parte a anilor 1600, observatorii au început să studieze Pământul ca pe un obiect al istoriei naturale. Geologia modernă s-a născut când au început să cerceteze trei probleme. Prima era o nouă cale de a înțelege „istoria“.

La începuturi, „istorie“ însemna literalmente „descriere“. Istoria naturală este descrierea Pământului și a lucrurilor de pe el. Treptat, istoria și-a dobândit înțelesul modern, acela de schimbări petrecute în timp. Suntem obișnuiți ca lucrurile să se schimbe repede: hainele, muzica, tunsorile, jargonul și tot ce are legătură cu computerele și cu telefoanele mobile. Ne uităm la fotografii din 1950 și ne gândim cât de diferit arătau oamenii atunci. Toate acestea nu sunt tocmai lucruri noi – romanii se îmbrăcau diferit de vechii greci, de pildă –, numai că acum ritmul schimbării este mult mai rapid. Așa că astăzi acceptăm schimbarea ca pe ceva firesc. Istoria este tocmai studiul acestei schimbări.

A doua problemă a fost aceea a timpului. Aristotel a presupus că Pământul este etern, și asta era opinia generală în epoca în care a trăit el. Gânditorii din China și India antică credeau și ei că Pământul era foarte bătrân. Odată cu apariția viziunilor islamice și creștine, timpul s-a redus. „Timpul pe care-l

putem cuprinde e cu numai cinci zile mai bătrân decât noi“, spunea scriitorul sir Thomas Browne în 1642. Ce voia el să spună e că Geneza spune povestea Creației, în care Dumnezeu i-a creat pe Adam și pe Eva în ziua a șasea. În cele cinci zile precedente au fost create Pământul, cerul, stelele, Soarele, Luna, toate plantele și animalele. Pentru creștinii ca Browne, planeta noastră, Pământul, a fost creată cu puțin înainte ca Adam și Eva să vadă primii zori în Grădina Raiului.

Dacă citiți Biblia cu atenție și adunați vârstele descendenților lui Adam și ai Evei menționați în Vechiul Testament, obțineți o dată aproximativă pentru acest prim cuplu. La mijlocul anilor 1600, un arhiepiscop irlandez a făcut acest lucru. Adunarea i-a spus că Pământul a fost creat pe 22 octombrie 4004 î.Hr., seara devreme, ca să fie cât se poate de precis. Calculele arhiepiscopului Ussher nu au fost acceptate de mulți creștini de la acea vreme. Dar pentru oamenii care voiau să știe cum s-au format trăsăturile geologice ale Pământului era greu de înțeles cum văile râurilor, să zicem, au putut ajunge treptat așa cum erau atunci, dacă Pământul nu avea mai mult de 6 000 de ani.

Această perioadă limitată a creat dificultăți și în explicarea prezenței scoicilor pe vârfurile munților, la mare depărtare de actualele mări și oceane. Geologii aveau nevoie mai mult decât orice să câștige ceva timp pentru Pământ, adică aveau nevoie ca Pământul să fi existat de ceva mai multă vreme. Abia atunci lucrurile pe care le observau putea fi așezate într-o perspectivă rezonabilă. Zis și făcut. De pe la sfârșitul secolului al XVII-lea, naturaliștii au început să susțină că lumea trebuia să fie mai veche decât cele câteva mii de ani ai lui Ussher. Câteva decenii mai târziu, contele de Buffon (istoricul naturalist pe care l-am cunoscut în Capitolul 19) a pus la punct o schemă care combina cosmologia cu geologia. În cosmologia lui, Pământul era o sferă foarte fierbinte, aruncată de pe Soare. A încercat să stabilească o dată relativă a despărțirii de Soare undeva cu 80 000 ani în urmă, fiind atent ca limbajul său să nu ofenseze Biserica.

A treia problemă era de a înțelege natura pietrelor și a mineralelor. Pietrele nu sunt la fel. Unele sunt tari, altele, moi și sfărâmicioase, și sunt făcute din materiale diferite. De asemenea, par a avea vârste diferite. Numirea și analizarea pietrelor și mineralelor a permis geologilor care le studiau să articuleze o imagine a istoriei Pământului. Abraham Werner (1749–1817),

din Germania, a făcut o mare parte din această muncă de început. A lucrat la universitate, dar era implicat activ în minerit. Minele săpate adânc în pământ i-au ajutat pe oamenii de știință să adune probe de materiale care nu se puteau recolta de la suprafață. Werner și-a întemeiat clasificarea rocilor nu numai pe compoziția lor, ci și pe vârsta lor relativă. Cele mai vechi erau foarte tari și nu conțineau niciodată fosile.

Astfel, tipurile de roci găsite într-un loc dat furnizau un indiciu pentru vârsta relativă a acelui loc în comparație cu alte zone. Săpând mai adânc, acolo unde straturile de roci și de pământ conțin fosile, au aflat și aici indicii pentru vârsta relativă a fosilelor și a straturilor în care au fost găsite. Cel care a demonstrat că fosilele erau foarte importante în acest proces de datare a fost un topograf, William Smith (1769–1839). Smith a ajutat la construirea canalelor din Anglia la începutul secolului al XIX-lea. Înaintea căii ferate, apa a fost cea mai bună modalitate de a transporta bunuri, mai ales bunuri grele, precum cărbunele. Smith a măsurat mulți kilometri de teren, ajutând la stabilirea celei mai bune rute pentru un nou canal. El și-a dat seama treptat, pe măsură ce întocmea o hartă geologică a Angliei și Țării Galilor, că cea mai importantă caracteristică a stratului scoarței terestre nu era doar tipul de rocă pe care îl conținea, ci și fosilele care puteau fi găsite în acesta.

Cu o scală extinsă a timpului pentru istoria Pământului, înțelegerea diferitelor tipuri de roci și intuiția lui Smith legată de importanța fosilelor, geologii puteau încerca să „citească” istoria planetei noastre. La începutul anilor 1800, cei mai mulți geologi erau „catastrofiști”. Punând laolaltă dovezile descoperite prin minerit, construirea canalelor, apoi a căilor ferate, au descoperit multe situații în care vulcanii și cutremurele aduseseră la suprafață straturi care înainte fuseseră îngropate adânc sub scoarța terestră. Prin urmare, pentru mulți naturaliști, istoria Pământului a fost una în care perioadele de stabilitate au alternat cu perioade de evenimente violente – catastrofe – petrecute pe tot globul. Inundațiile erau considerate tot catastrofe, așa că geologii au încercat să își pună în acord descoperirile cu Biblia. Erau încântați să găsească și acolo dovada unei inundații masive din trecut, inclusiv a uneia de dată mai recentă (în termeni geologici) care putea fi potopul în care Noe luase câte o pereche de animale din fiecare specie în arca lui.

Catastrofiștii au găsit numeroase dovezi care să le susțină viziunea asupra istoriei Pământului. Fosilele din oricare din diferitele straturi prezentau diferențe evidente față de cele din straturile de mai jos sau de deasupra lor. Cel mai nou strat conținea fosile ale unor plante sau animale care cel mai probabil trăiseră mai aproape de cele actuale decât cele din straturile mai vechi. La Paris, Georges Cuvier (pe care l-am întâlnit în capitolul precedent) folosea „anatomia comparativă“ și reconstruia imagini grăitoare ale animalelor din epocile de mult trecute. Unul dintre discipolii săi a fost William Buckland (1784–1856), un preot liberal britanic care predă geologia la Universitatea Oxford. Buckland era extrem de interesat de găsirea dovezilor geologice ale potopului biblic. A găsit multe lucruri pe care le-a considerat provocate, în mod evident, de apă: resturi spălate în peșteri, pietre și chiar bolovani uriași împrăștiați pe câmpuri. În 1820 era sigur că toate acestea erau rezultatul potopului lui Noe; până în 1840, pe măsură ce cercetarea geologică a scos la lumină dovezi noi, nu mai era atât de sigur. Și-a dat seama că e posibil ca și ghețarii (uriașe râuri înghețate) să fi afectat Marea Britanie. Aceștia ofereau o explicație mai convingătoare pentru lucruri precum bolovanii risipiți pe câmpuri, care ar fi putut fi lăsați în urmă când gheața se mișca încet la vale.

În anii 1820 și 1830, cei mai mulți geologi credeau că aceste catastrofe din vechime coincid cu noile straturi geologice. Pentru că fosilele și straturile erau ușor diferite, au conchis că istoria Pământului constă într-o serie de evenimente cataclismice – inundații masive, cutremure violente – urmate de crearea de specii noi de plante și animale, adaptate la condițiile nou apărute. Pământul ar fi trecut printr-o istorie progresivă, pregătindu-se pentru creația glorioasă care le încununează pe toate: specia umană. Această schemă se potrivea cu relatarea Facerii din cartea Genezei, asta presupunând fie că cele șase zile ale creației fuseseră de fapt șase perioade lungi, fie că Biblia descrie numai ultima perioadă, anume epoca ființelor umane.

În 1830, Charles Lyell (1797–1875), un tânăr topograf devenit geolog, a pus la îndoială această opinie generală. Lyell a cercetat pietrele și fosilele din Franța și din Italia. A studiat geologia la Oxford, iar profesorul său a fost William Buckland, catastrofistul. Lyell era nemulțumit de viziunea geologică a magistrului. Ce ar însemna, întreba Lyell, dacă presupuneam că forțele geologice care operează pe Pământ au fost de fapt uniforme (aceleași)? El a devenit liderul „uniformitariștilor“, care au ajuns să se opună categoric

„catastrofiștilor“. Lyell voia să vadă cât din istoria geologică a Pământului se putea explica folosind acest principiu al uniformității. A observat că în prezent Pământul era foarte activ geologic; încă erau vulcani, cutremure, inundații și eroziuni. Dacă rata acestor schimbări era aceeași ca acum foarte multă vreme, acest lucru era suficient ca să explice toate dovezile despre perioadele cu catastrofe violente din timpuri străvechi? Da, a răspuns el, iar argumentele și le-a expus într-o lucrare în trei volume, *The Principles of Geology* (Principiile geologiei) (1830–1833). În următorii 40 de ani o va revizui de multe ori, ținând de fiecare dată seama de cercetările sale și ale altor geologi.

Uniformitarianismul lui Lyell a fost o încercare îndrăznească de a scăpa de catastrofe și de apelul la miracole precum potopul lui Noe. Voia ca geologii să fie liberi să interpreteze istoria Pământului fără nici un amestec din partea Bisericii. Lyell era profund religios, credea că specia umană era o creație unică, morală și avea un loc aparte în univers. A văzut mai clar decât catastrofiștii ideea creației succesive a plantelor și a animalelor care se apropiau tot mai mult de cele care trăiesc în ziua de azi, ceea ce semăna destul de mult cu o evoluție. Acolo unde catastrofiștii comparau fosilele din adâncime cu cele de la suprafață și vedeau progres, Lyell susținea că fosilele nu reprezintă rezultatul unei dezvoltări. A fost foarte entuziasmat când într-un strat vechi, adânc, a fost descoperită fosila unui mamifer. Mamiferele erau în general găsite în straturile superficiale, iar noua descoperire îi sugera că nu exista un progres real în lumea plantelor și a animalelor, cu excepția ființelor umane. Deși semăna cu un progres, era doar o întâmplare norocoasă. Numai un număr mic de specii dintre cele care existaseră în timpurile preistorice s-au păstrat ca fosile.

Charles Lyell a ajutat la crearea geologiei moderne. Felul în care a abordat el geologia și activitatea sa intensă pe teren au fost amândouă extraordinare. A demonstrat că, deși Pământul are o istorie suficient de îndelungată, o mare parte din ea putea fi explicată pur și simplu observând ceea ce se întâmplă azi și folosind evenimentele sau forțele geologice din prezent pentru a explica trecutul. Un tânăr naturalist, Charles Darwin, a fost foarte impresionat de cartea lui Lyell, *Principles of Geology*. A luat cu el primul volum (și a cerut să îi fie trimise și celelalte două) în călătoria în jurul globului, pe *Beagle*. Darwin spunea că s-a uitat cu ochii lui Lyell la lumea geologică – lumea cutremurelor, a rocilor și a fosilelor – în timpul călătoriei

sale. Dar a ajuns la concluzii diferite despre ce înseamnă în realitate consemnarea fosilelor.

Capitolul 25. Cel mai grandios spectacol de pe Pământ



Faceți o plimbare la țară și vă veți trezi printre copacii, florile, mamiferele, păsările și insectele care aparțin părții voastre de lume. Duceți-vă la o grădină zoologică și veți vedea plante exotice și animale aduse de la mare

distanță. Duceți-vă la un muzeu de istorie naturală și acolo veți da peste fosile, poate peste câteva schelete uriașe de dinozauri, cu o vechime de milioane de ani. Cel care ne-a învățat cum se înrudesc toate aceste specii vii și fosile a fost un bărbat tăcut, modest, pe nume Charles Darwin (1809–1882). El a schimbat felul în care ne gândim la noi înșine.

Carl Linné (Capitolul 19) a numit plantele și animalele considerând că speciile biologice sunt fixe. Le denumim și astăzi în conformitate cu principiile sale. Putem face asta pentru că, deși știm că plantele și animalele se schimbă, procesul e foarte lent. O specie biologică are o semnificație reală. Dar în interiorul speciilor există variație. Copiii pot fi diferiți de părinți: poate mai înalți, cu părul de o culoare diferită ori cu un nas mai mare. Tinerele musculițe de oțet care se învârt vara în jurul fructelor putrezite sunt și ele diferite de părinții lor, dar din cauza dimensiunilor lor e greu să ne dăm seama. Mai ușor sesizăm diferențele cu puii de câine sau pisoii abia fătați. Ceea ce Darwin a înțeles este că variațiile dintre progenituri și părinții lor sunt foarte importante, indiferent dacă le vedem sau nu. Chiar dacă noi nu le putem evalua întotdeauna, natura poate, și exact asta face. Drumul lui Darwin către intuițiile sale vitale a fost unul presărat cu aventuri, dar destul de pașnic.

Tatăl și bunicul lui Darwin au fost medici de succes. Bunicul său, Erasmus Darwin, avea o teorie despre felul în care evoluaseră plantele și animalele și a scris poeme despre știință. Charles a fost un copil fericit, chiar dacă și-a pierdut mama la vârsta de opt ani. Și-a descoperit dragostea pentru natură și avea un set de chimie cu care făcea experimente. La școală a fost mereu un elev mediocru. Tatăl său l-a trimis la Edinburgh să studieze medicina, dar el era mai interesat de istoria naturală și de biologie. După ce a asistat la prima operație chirurgicală și i s-a făcut rău fizic, a știut că nu va fi niciodată medic. Darwin a rămas toată viața extrem de sensibil la suferință.

După eșecul de la Edinburgh, s-a dus la Universitatea Cambridge să își ia o diplomă în arte, cu ideea că va deveni preot. A trecut examenele. La limită. Dar Cambridge se va dovedi un loc crucial pentru el, datorită prieteniei pe care a legat-o cu profesorii de botanică și de geologie. Ei l-au inspirat să devină naturalist. John Henslow l-a luat la o colectare de plante în zona rurală din Cambridge. Adam Sedgwick l-a dus în Țara Galilor, să studieze rocile și fosilele. După această ultimă excursie, Darwin a absolvit

universitatea și s-a trezit la o răscruce de drumuri, neștiind încotro să se îndrepte. A fost salvat de o propunere neobișnuită: ar fi fost de acord să fie „naturalistul“ într-o călătorie de topografiere la bordul navei Beagle, condusă de căpitanul Robert Fitzroy, din Marina Regală? Tatăl lui a spus nu, dar unchiul său l-a convins că era de fapt o idee grozavă. Călătoria pe Beagle i-a schimbat viața lui Charles Darwin.

Timp de aproape cinci ani, din decembrie 1831 până în octombrie 1836, Darwin a fost departe de casă, pe un vas care naviga în jurul lumii. În mare parte din timp a avut rău de mare, dar a petrecut mult și pe uscat, mai ales în America de Sud. Era un observator excepțional al fenomenelor naturale de tot felul: peisaje, oameni și obiceiurile lor, plante, animale și fosile. A adunat mii de exemplare și le-a trimis pe toate acasă, toate etichetate cu grijă. Astăzi ar fi scris probabil pe un blog, dar la vremea aceea a păstrat un jurnal minunat, pe care l-a publicat când s-a întors acasă. *Journal of Researches* (1839) a devenit imediat o carte populară și a rămas o relatare clasică despre una dintre cele mai importante călătorii științifice care au avut loc vreodată. Este cunoscută și sub titlul *Călătorie pe Beagle*.

Ideea lui Darwin despre evoluție se va contura în anii următori, dar încă de la acea vreme se întreba în sinea lui cum se schimbau în decursul timpului plantele și animalele. Jurnalul său vorbea cititorilor despre trei lucruri deosebit de importante. Mai întâi, când Darwin era în Chile a trăit experiența – dar în siguranță, de pe Beagle – unui cutremur puternic care a ridicat dramatic nivelul liniei de coastă cu aproape 4,5 metri. Darwin avea la el un exemplar din cartea lui Lyell, *Principles of Geology*, și era foarte impresionat de ideea acestuia, anume că evenimente violente precum cutremurele puteau explica trecutul. Cutremurul din Chile l-a convins pe Darwin că Lyell avusese dreptate.

În al doilea rând, Darwin se blocase la relațiile dintre speciile vii și fosilele recente de plante și de animale. Pe partea de est a Americii de Sud a găsit tatu mari, vii, precum și fosile care erau similare cu animalul viu; similare, dar evident nu din aceeași specie. A descoperit multe alte exemplare și a adăugat observațiile sale la cele ale altor naturaliști.

În al treilea rând, fiind și cele mai cunoscute, au fost descoperirile sale de pe insulele Galapagos. Acest grup de insule este separat de sute de kilometri de

coasta vestică a Americii de Sud. Aici existau câteva plante și animale dintre cele mai impresionante, inclusiv țestoase uriașe și păsări minunate, multe dintre ele trăind pe câte o singură insulă. Darwin a vizitat mai multe insule și a adunat cu mare grijă speciile. A întâlnit un bătrân care îi putea spune de pe ce insulă vine o țestoasă, într-atât de specifică era înfățișarea țestoaselor de pe aceste insule. Dar numai după ce s-a întors în Anglia Darwin a început să înțeleagă semnificația a ceea ce găsisese. Un expert în păsări s-a uitat la cintezele adunate de pe diferite insule și a descoperit că erau de fapt specii diferite. Fiecare insulă din Arhipelagul Galapagos era, din câte se părea, un fel de laborator în miniatură al schimbării.

Părăsind America de Sud, Beagle a traversat Pacificul spre Australia, apoi spre capul sudic al Africii. S-a întors în Anglia după o altă oprire scurtă în America de Sud. În 1836, când nava s-a întors în Anglia, Darwin devenise un naturalist de primă clasă, foarte diferit de tânărul emoționat care fusese la plecare. Dobândise și o anumită reputație științifică acasă grație rapoartelor, scrisorilor și specimenelor pe care le trimisese.

Și-a petrecut următorii câțiva ani aranjând numeroasele obiecte adunate în expediție și scriind trei cărți. S-a și căsătorit cu verișoara lui, Emma Wedgwood, și s-a mutat într-o casă mai mare, într-o zonă rurală din Kent. Down House va fi căminul lui pentru tot restul vieții, iar în acest loc va face cea mai importantă parte a muncii sale. Era bine că îi plăcea să stea acasă, dat fiind că suferea de o boală misterioasă și adeseori se simțea foarte rău. Indiferent ce boală ar fi avut – nici în ziua de azi nu se știe ce era în neregulă cu el –, el și Emma au avut totuși nouă copii. A publicat constant numeroase cărți și lucrări. Una dintre acestea este cea mai importantă carte din istoria biologiei: *Origin of the Species* (Originea speciilor), publicată în 1859.

Cu câțiva ani înainte de a o publica, Darwin a început să își facă însemnări personale despre „transmutare”. A început în 1837, la scurtă vreme după ce se întorsese din călătoria pe Beagle. În 1838, Darwin a citit *Essay on the Principle of Population* (Eseu asupra principiului populației), al lui Thomas Malthus. Malthus, preot, era foarte interesat de ce atât de mulți oameni erau săraci. A sugerat că săracii se căsătoresc prea devreme și au mai mulți copii decât pot îngriji în mod corespunzător. Malthus a spus că toate speciile de animale produc mai multe progenituri decât pot supraviețui. Pisicile au trei rânduri de pui pe an, fiecare cu șase sau mai mulți pisoi. În fiecare an

stejarul produce sute de ghinde, fiecare ghindă putând deveni un alt copac. Muștele pot produce milioane de musculițe în fiecare an. Dacă toate progeniturile acestor plante și animale ar supraviețui și dacă la fel s-ar întâmpla și în generațiile următoare, atunci în scurtă vreme lumea ar fi sufocată de pisici, stejari sau muște.

Malthus credea că toate aceste progenituri în plus erau esențiale, dat fiind că existau atâtea pierderi. Natura e dură, supraviețuirea e grea. Când Darwin a citit eseul lui Malthus, și-a dat seama că descoperise motivul pentru care unii pui reușeau să supraviețuiască, iar alții, nu. Explica, de asemenea, de ce plantele și animalele se schimbă treptat, într-un timp îndelungat. Cei care supraviețuiesc trebuie să aibă niște avantaje față de frații lor, acestea însemnând „supraviețuirea celui mai potrivit“ sau selecția naturală, cum a numit-o Darwin. Darwin a argumentat că toate progeniturile moștenesc niște trăsături de la părinții lor, de pildă sunt buni alergători. Progeniturile cu cele mai utile caracteristici aveau cea mai mare probabilitate de supraviețuire: puteau alerga puțin mai repede sau aveau țepi puțin mai ascuțiți. Așadar aceste trăsături vor fi cele „selectate“ pentru că indivizii mai puțin reușiți, care nu aveau aceste trăsături anume, nu vor supraviețui suficient ca să aibă propriile progenituri.

Darwin și-a dat seama că această schimbare în natură este foarte lentă. Dar, a argumentat el, știm că schimbarea poate fi mai rapidă când ființele umane se ocupă de acest proces, selectând trăsăturile dorite pentru plantele și animalele lor. A numit procesul selecție artificială, iar oamenii o practică de mii de ani. Darwin era crescător de porumbei și corespundea cu mulți columbofili. Știa cât de repede se puteau schimba formele și comportamentele porumbeilor lor de concurs când crescătorii selectau cu grijă exemplare cu anumite trăsături pentru împerechere. Fermierii făceau același lucru cu vacile, oile și porcii. La fel și agricultorii, când încercau să își îmbunătățească recoltele sau să producă flori mai frumoase. Știți cu toții ce diferit este un câine ciobănesc de un bulldog. Este ușor să crezi o varietate de animale dacă crescătorul alege trăsăturile pe care le dorește.

Darwin a văzut că natura acționează mult mai lent, dar, dacă are răgazul suficient și în condițiile de mediu potrivite, se întâmplă exact același lucru. Ceea ce a aflat despre păsările și țestoasele din Galapagos ilustrează tocmai cum funcționează selecția naturală. Condițiile locale – solul, prădătorii,

rezervele de hrană – erau ușor diferite pe fiecare insulă. Așa că plantele și animalele locale s-au adaptat la circumstanțe locale diferite. Ciocurile diferitelor soiuri de cinteze au fost „selectate” pentru diferitele tipuri de hrană pe care le puteau găsi: semințe, fructe sau căpușele care trăiau pe țestoase. În unele cazuri, a observat Darwin, diferențele au devenit suficient de mari pentru a crea specii diferite, deși toate cintezele rămâneau înrudite îndeaproape. Timpul și izolarea au permis apariția unor schimbări semnificative și astfel au evoluat specii noi.

Fără să facă vâlvă, Darwin citea enorm și aduna multe alte observații. A scris o schiță scurtă a teoriei sale în 1838 și o versiune mai lungă în 1842. Dar nu și-a publicat gândurile. De ce? Voia să fie sigur că avea dreptate. Știa că avea o viziune revoluționară asupra lumii vii și că ceilalți oameni de știință aveau să îl critice vehement dacă argumentația lui nu era suficient de convingătoare. În 1844, Robert Chambers, un publicist din Edinburgh și naturalist amator, a publicat anonim propria versiune despre schimbarea speciilor. Cartea *Vestiges of the Natural History of Creation* (Vestigii ale istoriei naturale a creației) a făcut vâlvă. „Transmutarea” devenise un subiect fierbinte. Chambers a adunat numeroase dovezi care sugerau că speciile vii erau descendentele unor specii anterioare. Ideile sale erau destul de vagi, iar autorul nu avea o teorie reală despre ceea ce se întâmplase. A făcut multe greșeli. Cartea lui s-a vândut foarte bine, dar a fost măcelărită de oamenii de știință de frunte, adică exact de oamenii pe care Darwin spera să îi convingă. Așa că Darwin a așteptat. A terminat câteva lucrări importante despre activitatea de pe *Beagle* și a abordat o temă neobișnuită, dar sigură: scoicile. Disecarea și studierea acestor mici creaturi marine era dificilă, dar Darwin a insistat întotdeauna că acestea i-au oferit informații valoroase despre un grup de animale care includea un mare număr de ființe vii și fosile, fiecare adaptat diferit la modul lui de viață.

După scoici, Darwin s-a întors în sfârșit la marea lui lucrare. În 1858, când scria *Natural Selection* (Selecția naturală), poștașul i-a adus vești devastatoare. Era o scrisoare din îndepărtata Asie prin care Darwin era rugat să își spună opinia despre o scurtă lucrare. Era vorba despre un fel de explicație a felului în care selecția naturală ar putea conduce, în timp, la schimbarea speciilor. Darwin a gemut. Autorul, Alfred Russel Wallace (1823–1913), rezumase lentă și dureroasă calea a lui Darwin către aceleași concluzii.

Prietenii lui Darwin, Charles Lyell și Joseph Hooker, care îi cunoșteau viziunea asupra speciilor, l-au ajutat să iasă din impas. Au aranjat o prezentare comună a ideilor lui Wallace și Darwin la Linnean Society din Londra. Nimeni nu a acordat prea multă atenție celor spuse la acea întâlnire. Darwin era acasă, în pat, bolnav, iar Wallace nici măcar nu a știut despre ea: se afla la 13 000 kilometri distanță. Dar scrisoarea de la Wallace l-a convins pe Darwin că trebuie să redacteze rapid un rezumat al ideilor sale, în locul imensei cărți la care lucra. Așa se face că Originea speciilor a fost publicată pe 24 noiembrie 1859. Tirajul inițial a fost de 1 250 exemplare. S-au vândut toate din prima zi.

În centrul cărții erau cele două mari idei ale sale. Mai întâi, selecția naturală favorizează supraviețuirea trăsăturilor utile, adică a caracteristicilor care ajută indivizii să trăiască și să se reproducă. (Selecția artificială ne demonstrează cum oamenii pot altera fundamental caracteristicile plantelor și ale animalelor dacă doresc acest lucru, ilustrând cât de schimbătoare pot fi plantele și animalele.) În al doilea rând, selecția naturală, acționând în sălbăticie și pe termen lung, produce specii noi. Acestea evoluează lent în timp. Restul cărții este o demonstrație scilicet despre cât de bine explică aceste idei lumea naturală. Darwin a scris despre relația dintre speciile vii și strămoșii lor fosili îndeaproape înrudiți. A descris distribuția geografică a plantelor și a animalelor în lume. A explicat cum izolarea geografică (precum în insulele Galapagos) oferă condițiile în care se pot dezvolta specii noi. Și a subliniat că embrionii unor animale erau surprinzător de asemănători cu embrionii altora. Pentru biologie, Originea lui Darwin a fost ceea ce a fost Principia lui Newton pentru fizică. A clarificat un mare număr de necunoscute din lumea naturală.

Cea mai mare problemă a lui Darwin era moștenirea: de ce progeniturile, deși asemănătoare cu genitorii, pot fi în același timp ușor diferiți atât de aceștia, cât și între ei. A citit mult și a cugetat și mai mult. A sugerat câteva explicații, dar știa că ereditatea (genetica) era puțin înțeleasă și a spus acest lucru. Mai știa că important era nu să spună cum funcționa moștenirea, ci că aceasta pur și simplu funcționa.

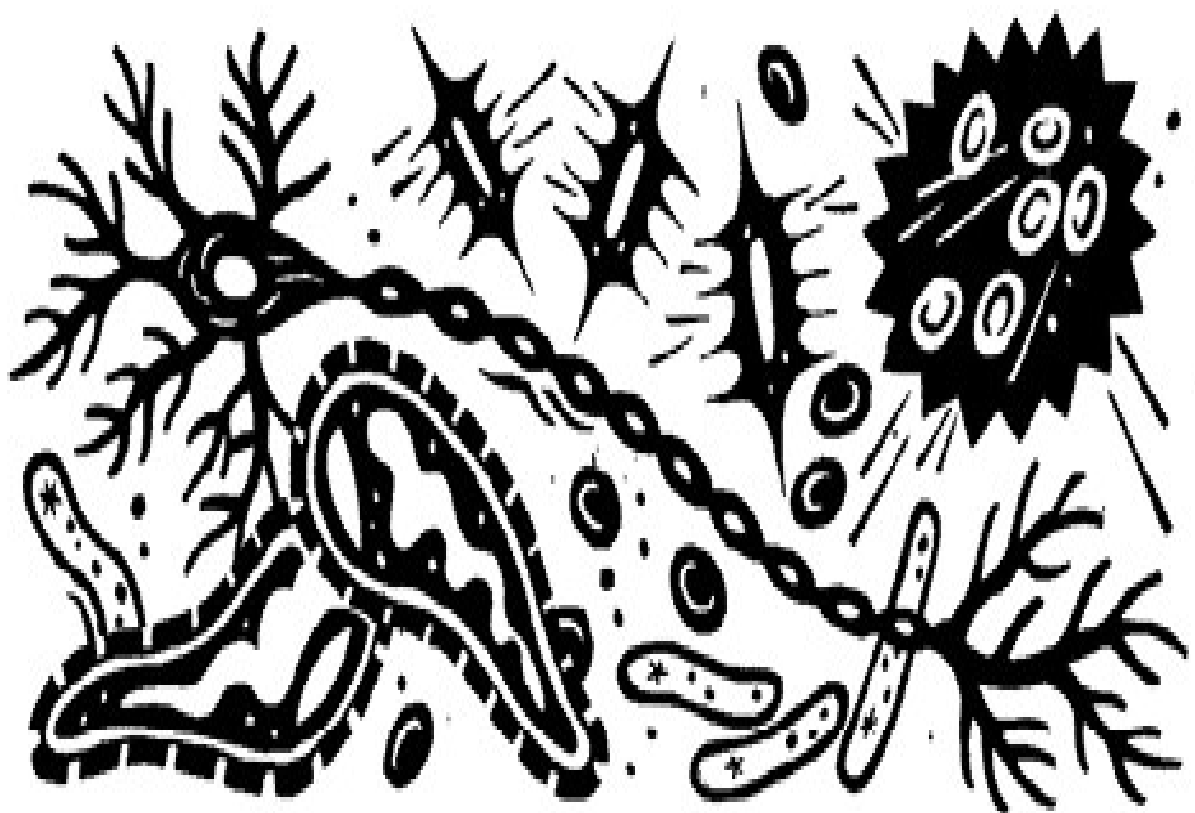
Originea speciilor a făcut mare vâlvă. S-a scris și s-a vorbit mult despre ea. Unii au lăudat-o, alții au criticat-o. Dar Darwin a continuat să lucreze la ea: a publicat șase ediții până a murit. Și-a dezvoltat ideile, parțial ca

răspuns la critici, parțial pentru că propriile idei continuau să se matureze. În timp ce actualiza permanent Originea, a continuat să scrie un număr uimitor de alte cărți despre subiecte care îl interesau: frumoasele orhidee, cu florile adaptate la insectele care le polenizează; plantele care prind și digeră insecte; plante cățărătoare, care se pot agăța de ziduri; chiar și despre umila râmă. Nu e de mirare că era descris drept „un om de o nețărmurită curiozitate“. Nimic nu scăpa observațiilor sale.

Originea nu a spus nimic despre evoluția omului, deși Darwin știa că ideile sale erau la fel de adevărate și pentru istoria noastră biologică. Era destul de clar pentru orice cititor al primei ediții a Originii că Darwin credea în evoluția speciilor umane, dar a așteptat mai bine de un deceniu să o spună deschis în Originea omului și selecția sexuală (1871).

Darwin a făcut din evoluția biologică o teorie științifică validă. Unii oameni de știință nu au fost convinși, dar majoritatea, da, chiar dacă uneori au propus propriile versiuni despre cum și de ce s-a întâmplat. Multe detalii din marea operă a lui Darwin au fost corectate de lucrări științifice ulterioare. Nu era perfectă. Dar nici nu trebuia să fie, căci așa este știința. Dar, din biroul său și din grădina de la Down House, Darwin s-a asigurat că niciodată nu vom mai privi viața cu aceiași ochi. Istoria evoluționistă a planetei noastre este cel mai grandios spectacol de pe pământ.

Capitolul 26. Micile blocuri de viață



Există lucruri care nu pot fi văzute sau auzite. Multe stele sunt dincolo de vederea noastră, nu putem vedea atomii și nici măcar micuțele creaturi care se adună în vasele cu apă de ploaie. Nu putem auzi sunete pe care păsările și

șoarecii le aud. Dar putem învăța despre toate acestea, punând întrebări și folosind instrumente care să ne permită să vedem sau să auzim mult mai bine decât cu ochii și cu urechile noastre. Așa cum telescopul ne permite să vedem departe, în spațiu, microscopul ne ajută să vedem mai bine în micile blocuri de creaturi vii.

În secolul al XVII-lea, pionierul microbiologiei, Antonie van Leeuwenhoek și-a folosit microscopul ca să se uite la celulele sângelui și la perișorii de pe picioarele unei muște. Un secol mai târziu, microscopul mai perfecționat le-a permis naturaliștilor să examineze multe detalii subtile ale anatomiei și minunata etalare a vieții microscopice. Un microscop „compus“ putea face lucrurile să apară chiar mai mari decât un microscop simplu. E vorba despre un tub cu două lentile, a doua mărinde prima imagine, așa că ceea ce vedem noi este rezultatul unei mărimi combinate. Mulți oameni foarte riguroși nu au avut deplină încredere în microscop. Primele microscopul compuse produceau distorsiuni sau felurite iluzii: de pildă, culori stranii sau dungi acolo unde acestea nu existau. În același timp, nu exista decât metoda rudimentară de examinare prin tăierea lucrurilor în bucățele foarte fine și fixarea acestor fragmente pe o lamelă (o foaie de sticlă foarte subțire). În consecință, mulți oameni de știință au ajuns la concluzia că microscopul nu merita efortul.

Totuși medicii și biologii voiau să înțeleagă felul în care funcționează organismele în cele mai mici detalii. În Franța, Xavier Bichat (1771–1802) a început să cerceteze diferite substanțe – ceea ce noi numim „țesuturi“, indiferent dacă este vorba despre ceva tare ca osul, moale ca grăsimea sau lichid ca sângele – care alcătuiesc corpul uman. Bichat și-a dat seama că același tip de țesuturi se comportă în feluri similare, indiferent unde se află în corpul uman. Prin urmare, toți mușchii erau făcuți din același fel de țesut, indiferent dacă efectuau contracțiile în picioare, brațe, mâini sau în tălpi. Toate tendoanele (micile fragmente care leagă mușchii de os) sau învelișul subțire numit țesut seros (precum acela care înconjoară inima) sunt similare în toate părțile corpului. Studiul celulelor și al țesuturilor se numește „histologie“, iar Bichat a fost „părintele histologiei“. Și totuși Bichat a fost unul dintre cei care nu aveau încredere în microscop și a folosit numai o lupă.

Activitatea lui Bichat i-a inspirat pe alții să încerce să înțeleagă plantele și animalele în termenii celor mai mici, mai elementare componente. În primele decenii ale anilor 1800 existau mai multe idei concurente despre ce erau aceste componente elementare ale plantelor și animalelor. Problemele tehnice ale microscopelor compuse începuseră să fie rezolvate în Franța și în Anglia încă de pe la sfârșitul anilor 1820. De atunci, oamenii care priveau la microscop au putut fi mai încrezători că ceea ce vedeau acolo era o imagine fidelă a ceea ce exista în realitate.

În anii 1830, noile microscopie au ajutat doi oameni de știință germani să susțină că elementele esențiale vieții erau celulele și că toate plantele și animalele sunt alcătuite din celule. Unul dintre aceștia era un botanist pe nume Schleiden. Celălalt era un medic, Theodor Schwann (1810–1882). Schwann a cercetat cum funcționează celulele și cum au fost create. În celulele plantelor și ale animalelor au loc activități care permit lucruri precum mișcarea, digestia, respirația și simțurile. Celulele acționează împreună și ele sunt cheia pentru înțelegerea felului în care funcționează și trăiesc plantele și animalele.

Când vă răniți – să zicem că vă tăiați la un deget –, va crește mai mult țesut cutanat pentru a vindeca rana. Dar, dacă țesuturile sunt făcute din celule, cum apar noile celule? Schwann era foarte interesat de chimie și a sugerat că celulele noi se cristalizează dintr-un fluid special, așa cum cristalele pot crește în laborator din anumite substanțe. El voia să explice cum se dezvoltă embrionul într-un ou sau în pânțe. Se întreba de unde vin acele celule care apar când aveți o zgârietură sau o rană. Ca doctor, putea vedea că zona din jurul răni se înroșește și acolo se poate acumula puroi. Aceste celule de puroi, credea el, cristalizau fluidul apos pe care-l vedem ca umflătură. Era o teorie atrăgătoare care combina chimia și biologia, dar s-a demonstrat în scurtă vreme că era prea simplă.

Pe măsură ce microscopul s-a îmbunătățit, tot mai mulți oameni de știință au început să se aplece asupra celulelor. Unul dintre cei mai importanți cercetători al celulelor a fost Rudolf Virchow (1821–1902). Om cu interese vaste, Virchow, patolog de meserie, a fost activ în sănătatea publică, politică, antropologie și în arheologie. (A ajutat la descoperirea orașului Troia, descris de Homer în jurul lui 800 î.Hr.) În anii 1850, Virchow a început să se gândească ce putea însemna teoria celulei pentru medicină și pentru studiul

bolilor – cunoscut ca patologie. Ca și Schwann, și el vedea celulele ca unități de bază ale organismelor vii. Înțelegerea funcțiilor lor în sănătate și în boală putea fi cheia unui nou fel de medicină, bazată pe știință. Și-a prezentat ideile într-o carte foarte importantă numită Cellular Pathology (Patologie celulară) (1858). A arătat că bolile pe care medicii le văd la pacienții bolnavi și le pot examina ulterior în camera de autopsie (unde se studiază cadavrele) erau întotdeauna rezultatul unor transformări la nivelul celulelor. Acestea includeau apariția cancerului (de care era cu precădere interesat), inflamația, cu puroiul și umflarea zonei, și bolile de inimă. „Învățați să vedeți microscopic“, le spunea el studenților de la cursurile sale de patologie: priviți până la nivelul celulelor.

Virchow a combinat scrierile observații făcute la microscop cu o declarație de credință despre un adevăr biologic: „Toate celulele vin din celule“. Aici l-a depășit pe Schwann. Ceea ce voia să spună era că celulele de puroi dintr-o umflătură iritată – după o tăietură sau o zgârietură, de pildă – vin de fapt din alte celule. Nu erau cristalizate din fluidele corporale. Asta mai însemna și că multiplicarea cancerului rezultă din alte celule, în acest caz celule care se comportă aberant și se divid când și unde nu ar trebui. Fiecare celulă pe care o putem observa sub microscop a fost produsă de o celulă existentă (cunoscută ca celula „mamă“) care se divide în două (celule „fiică“). Pe măsură ce biologii au privit tot mai mult, au observat uneori cum se petrece această diviziune celulară. Și au mai observat că interiorul celulelor părea a se schimba când celula se diviza în două. Se petrecea ceva deosebit.

Observațiile timpurii arătasera deja că celula nu era doar un săculeț plin cu lucruri de același fel. În 1830, botanistul englez Robert Brown (1773–1858) a afirmat că fiecare celulă are ceva în mijloc: un nucleu, care e mai întunecat decât substanța din jurul lui. Brown s-a uitat la multe celule cu microscopul său și toate păreau a avea acest nucleu. În scurtă vreme nucleul a fost acceptat ca parte a tuturor celulelor. Toate celelalte materiale închise între pereții celulei au căpătat numele de protoplasmă. Acest cuvânt înseamnă literalmente „prima formă“, pentru că la vremea aceea protoplasma era văzută ca materia vie dintr-o celulă, cea a cărei funcționare dădea viață plantelor și animalelor. În timp, în celulă vor fi observate și numite și alte structuri în afară de nucleu.

Oamenii de știință au acceptat rapid descoperirea nucleului și a celorlalte părți ale celulei. Era o poveste într-adevăr diferită de vechea dezbatere despre „generarea spontană“, adică observația că apa stătută și carnea putrezită păreau a produce tot felul de creaturi mici, dar vii. Oamenii știau că, dacă lăsau o bucată de carne neacoperită pe masă, în două zile se puteau aștepta să vadă viermi. Ceea ce nu știau era că muștele depuneau ouă care deveneau viermi, așa că în ce fel și-ar fi putut ei explica proveniența viermilor? Examinați la microscop o picătură de apă de baltă și veți vedea o sumedenie de creaturi miciute. Cum au ajuns acolo?

După oamenii de știință din secolul al XIX-lea, cea mai simplă explicație era că aceste creaturi fuseseră făcute – sau generate – de mediile lor nutritive, printr-un fel de proces chimic. Aceasta era opinia generală, și avea destul sens. Cum viermii nu erau acolo când carnea fusese pusă pe masă, cum să explice mai bine prezența viermilor decât presupunând că, prin descompunere, carnea produce aceste creaturi destul de dezgustătoare? Puțini oameni s-ar fi gândit că lucrurile complexe – elefanții sau stejarii – au fost generate în mod spontan, dar formele simple de viață păreau a răsări fără nici un fel de explicație evidentă, cu excepția aceleia că puteau fi produse cumva de mediul lor înconjurător. Până și noțiunea lui Schwann despre celule vii care cristalizează din fluidele corpului era tot un fel de generare spontană, celulele vii provenind dintr-un material nonviu.

Naturaliștii din anii 1600 și 1700 credeau că demonstraseră că generarea spontană nu există, dar problema nu a dispărut. A fost aprins dezbătută la sfârșitul anilor 1850 de doi oameni de știință francezi. Câștigătorul a convins în cele din urmă comunitatea științifică de inexistența generării spontane. Dar povestea nu e atât de simplă: câștigătorul (care avea dreptate) nu a jucat chiar corect.

Primul dintre acești doi oameni de știință a fost un chimist, Louis Pasteur (1822–1895). În anii 1850 a început să aibă bănuiala că celulele vii pot face lucruri extraordinare. Era obișnuit să cerceteze proprietățile chimice al diferiților compuși. Era obișnuit și cu fermentarea, procesul prin care strugurii sunt zdrobiți și amestecați cu drojdie ca să se facă vin, iar făina este amestecată cu drojdie ca să facă pâinea să crească înainte de coacere. Înainte de Pasteur, fermentarea era considerată o reacție chimică particulară, în care drojdia acționa ca un fel de catalizator, ceva care grăbește procesele, dar

rămâne neschimbată în timpul reacției. Însă Pasteur a arătat că fermentarea era un proces biologic provocat de drojdie, care era un produs viu, și se hrănea cu zaharurile din struguri și făină. Celulele drojdiei se divid pentru a produce alte celule, iar în acest proces activitățile lor vii produceau doritul alcool din vin sau făceau pâinea moale și pufoasă. Evident, toate aceste procese trebuiau oprite la momentul oportun prin încălzire. Dacă drojdiei i se permitea să trăiască, vinul devenea oțet, iar coca se lăsa la loc. Dacă toate acestea aveau loc în fermentare, Pasteur s-a întrebat cum anume microorganismele vii ar putea fi implicate în procese atribuite reacțiilor chimice, cum ar fi generarea spontană. Așa că a transformat toată povestea într-o competiție publică cu conaționalul său, Félix Pouchet (1800–1872), un susținător al generării spontane.

Într-o serie de experimente, Pasteur a fiert un amestec de paie și apă pentru a-l steriliza. Apoi l-a lăsat expus în aer liber și s-a umplut de particule de praf. De obicei, dacă lichidul este examinat după câteva zile, va fi plin de microorganisme. Pasteur a demonstrat că, dacă sunt excluse particulele de praf din atmosferă, soluția va rămâne sterilă. Pentru a dovedi că aceste microorganisme vin cu particulele de praf, nu cu aerul în sine, a conceput un vas special cu gât curbat, ca o lebedă, care permitea intrarea aerului, dar nu și a prafului. Când Pouchet a făcut experimente similare, după câteva zile vasele lui conțineau microorganisme. El a interpretat rezultatele drept o dovadă că generarea spontană poate apărea. Pasteur a presupus că, dacă experimentele acestea nu decuseseră cum era anticipat, s-a întâmplat astfel pentru că nu curățase suficient de bine vasele și a conchis că Pouchet fusese neglijent, ca de obicei. Pasteur a câștigat disputa, cu toate că el însuși a trecut sub tăcere rezultatele câtorva experimente care nu i-au dat lui dreptate, ci lui Pouchet! A triumfat pentru că era un om de știință încăpățânat, hotărât, care era convins că are dreptate, dar și pentru că importanta declarație a lui Virchow, precum că „toate celulele vin din celule“, începuse să capete tot mai multă susținere. Oamenii voiau să îl creadă pe Pasteur pentru că teoriile lui reprezentau un mare pas înainte față de ideile de modă veche; iar acesta este un aspect foarte important pentru știință.

Microscopia a permis un mare progres în cercetarea medicală și biologică. Microscoparele au fost îmbunătățite, la fel și instrumentele pentru pregătirea specimenelor de examinat sub lupă. Colorația – folosirea de substanțe chimice speciale care acționau ca agenți de colorare – era foarte importantă,

pentru că putea colora și evidenția trăsături ale structurii celulei, care altminteri ar fi trecut neobservate. S-a observat în special că nucleul astfel pregătit prezenta o serie de dungii colorate întunecate grație colorantului, cărora li s-a dat numele de „cromozomi“. (Chromo vine de la cuvântul grec pentru „culoare“.) Când o celulă se diviza, se putea vedea efectiv cum cromozomii se dilată. Semnificația acestei descoperiri, precum și a altor părți ale celulei identificate de oamenii de știință va mai avea de așteptat până în secolul XX. Dar medicii și biologii din secolul al XIX-lea au pus bulgărele în mișcare. Mai presus de toate, au dovedit că, dacă vrem să înțelegem cum funcționează totalitatea plantelor și animalelor, atât în sănătate, cât și în boală, trebuie să începem cu celulele din care sunt alcătuite. Un tip anume de celule – organismele monocelulare numite bacterii – au devenit extrem de importante în înțelegerea bolii. Mai avem de aflat unele lucruri despre Louis Pasteur, pentru că el a jucat un rol central în legătura dintre germeni și boală și în înțelegerea felului în care microorganismele își joacă partea în multe aspecte ale vieții noastre.

Capitolul 27. Tuse, strănut și boală



Dacă ne curge nasul, tușim sau ne doare stomacul, spunem adesea că am luat o bacterie sau un virus, iar prin asta înțelegem un fel de microb. Noțiunea de a „lua“ ceva este atât de firească pentru noi, încât ne este greu să ne dăm

seama cât de extraordinar a fost ca cineva să vină cu teoria că bolile pot fi provocate de microbi. Cu secole în urmă, medicii explicau suferințele oamenilor bolnavi prin perturbări interne la nivelul umorilor. Mai recent, medicii știau că puteau da vina pe constituția slabă (azi am spune „gene proaste”) sau o prea mare înclinație spre mâncare ori băutură, sau poate obiceiuri proaste, cum ar fi prea multe nopți albe. Nimeni nu s-a gândit că un organism viu din exterior ar fi putut provoca o boală. Era o idee nouă și a condus la reconsiderarea radicală a ceea ce înseamnă de fapt boala.

Într-adevăr, medicii din trecut au vorbit despre „semințe“ de boală. Și cuvântul „virus“ era folosit adesea, dar pe atunci însemna doar „otravă“. Nimic nou sub soare, se știa că oamenii mureau din cauza otrăvii administrate fie accidental, fie deliberat. Nou în această teorie a germenilor era că sursa externă era o creatură mică, vie: un microorganism. A adus în medicină și un limbaj specific războiului: corpul avea o „apărare“ împotriva acestui germen și putea „lupta“ cu infecția. Teoria germenilor a fost un moment crucial în medicină.

L-am cunoscut pe cel mai mare campion al ei, Louis Pasteur, în capitolul anterior. El a ajuns treptat la germenii. A cercetat îndelung rolul microorganismelor în multe evenimente de zi cu zi: fierberea berii, fermentarea vinului, dospirea pâinii. „Pasteurizarea“ laptelui și a altor produse lactate se bazează pe descoperirile lui: uitați-vă în frigiderele voastre și îi veți găsi numele acolo. Laptele pasteurizat trebuia încălzit la temperatura potrivită, care omoară „germenii“ din el. Astfel, va ține mai mult și va fi mai sigur pentru consum.

Chiar și așa, era un pas mare de făcut până la demonstrarea că bacteriile, drojdiile, fungii și alte microorganisme puteau provoca boli oamenilor și animalelor. Una era să vezi astfel de microorganisme la microscop, alta să crezi că ele – și nimic altceva – provoacă o boală. Ceea ce numim noi astăzi boli infecțioase au fost dintotdeauna devastatoare. Ciuma bubonică, Moartea Neagră, provoca febră mare, precum și leziuni foarte dureroase pe corp, cunoscute sub numele de buboane. A devastat cu regularitate orașele și târgurile britanice vreme de peste 300 de ani, începând cu 1340. A fost răspândită de puricii care trăiau pe șobolanii negri, dar s-au mutat la oameni când șobolanii au murit și ei de ciumă. Variola, tifosul, scarlatina, toate cu mâncărimi și febră puternică, și-au luat și ele obolul, omorând un mare

număr de oameni. Unii părinți aveau câte opt sau mai mulți copii și de multe ori se întâmpla să îi piardă aproape pe toți în perioada copilăriei din cauza acestor boli.

Când doctorii au studiat bolile acestea, le-au explicat în două feluri. Unii au considerat că bolile împărtășite de o întreagă comunitate erau contagioase. Aceasta însemna că se răspândeau de la om la om prin contact: când o persoană sănătoasă atinge o persoană bolnavă sau hainele ori așternuturile unei persoane bolnave. Variola, cu petele ei oribile, părea a fi o boală contagioasă, mai ales în condițiile în care oamenii care nu avuseseră boala erau adesea doborâți de ea ori de câte ori ajungeau să îngrijească un prieten sau o rudă bolnavă.

Răspândirea celorlalte boli era mult mai ușor de explicat prin contagiune. Doctorii aveau o teorie care spunea că aceste boli erau provocate de „miasme“. Miasma este un miros urât sau nesănătos ori un soi de vapor. Bolile miasmatică apar, susțineau ei, din cauza perturbărilor nesănătoase din atmosferă: duhoarea dejecțiilor și a vegetației putrezite, mirosurile urâte dintr-o infirmerie. În anii 1800, holera era cea mai temută boală epidemică. Era comună în India, dar prin 1820 a început să se răspândească în restul lumii. A fost nevoie de șase ani ca să ajungă din India în Anglia, dar a stârnit panică, pentru că era o experiență nouă și foarte înspăimântătoare. Holera provoca diaree puternică și vomă, aducându-și victima, deshidratată și în agonie, la o moarte dureroasă și lipsită de orice demnitate. De multe ori te omora într-o singură zi.

Astăzi, călătoriile internaționale ajută la o și mai rapidă răspândire a bolilor. În zilele de odinioară progresia era mai lentă. În timp ce doctorii și oficialitățile europene se uitau cum holera se răspândea lent în Asia și Europa de Est, nu se puteau hotărî dacă se răspândea de la om la om (prin contagiune) sau era o epidemie miasmatică. Mulți erau îngrijorați că boala se răspândea prin ceva ce împărtășea o planetă întreagă: aerul pe care-l respirau.

În funcție de teoria în care credeau, oficialii puteau lua măsuri diferite pentru oprirea răspândirii bolii. Dacă, să zicem, cauza era contagiunea, atunci cel mai bun lucru era izolarea și carantinarea suferinzilor. Dacă miasma era cauza, atunci importantă era curățenia și îmbunătățirea calității aerului. Când

a lovit prima dată Anglia, la sfârșitul lui 1831, holera a declanșat cea mai aprinsă dezbateră. Cuprinși de panică, medicii aveau păreri împărțite, dar măsurile de carantină nu păreau a avea prea mare efect. Când boala a revenit, în 1848 și 1854, un medic din Londra, John Snow (1813–1858), și-a dat seama ce se întâmpla. Vorbind cu locuitorii și studiind cu grijă fiecare caz dintr-o zonă, a ajuns să fie convins că holera se răspândește prin apa de la o cișmea publică din Soho, în centrul Londrei. Credea că apa era contaminată cu fecalele și vomă bolnavilor de holeră și a luat o probă ca să o examineze la microscop. Deși nu a putut identifica o cauză precisă, munca lui a subliniat importanța apei curate pentru sănătatea publică.

Studiul lui Snow a arătat cum se răspândește holera, nu și ce anume o producea. Pentru a afla acest lucru, laboratorul era crucial, mai ales laboratorul lui Louis Pasteur. Cum el își vedea în continuare de cercetarea microorganismelor, guvernul francez l-a solicitat să cerceteze o boală a viermilor de mătase care distrugea industria textilă din Franța. Dând ascultare datoriei, Pasteur și-a luat familia și s-a mutat în sudul Franței, unde se producea mătasea. Și-a pus la treabă soția și copiii, încercând să identifice împreună cauza problemei. S-a dovedit că un microorganism infecta larvele de viermi de mătase. Arătând cum putea fi evitat, Pasteur a reușit să salveze industria franceză a mătăsii.

Dar această întâmplare l-a pus pe Pasteur pe urmele bolii. Voia să își demonstreze convingerea că microorganismele puteau provoca multe dintre bolile de care sufereau oamenii și animalele. A început cu antrax, o boală obișnuită în fermele de animale, care uneori afecta și oamenii. Până recent, această boală a fost uitată, deși e una cu care teroriștii ne amenință acum. Produce iritații grave la nivelul pielii, iar dacă ajunge în circulația sangvină, poate ucide. E provocată de o bacterie mare, așa că e relativ ușor de detectat. Antraxul a fost una dintre primele boli ale omului căreia Pasteur a fost capabil să îi asigure prevenția printr-un vaccin.

În 1796, Edward Jenner (1749–1823), un medic englez de țară, a găsit o modalitate de a preveni variola prin injectarea deliberată a unui băiețel cu varicelă, o boală similară, dar mult mai ușoară. Varicela era o boală a rumegătoarelor pe care o făceau uneori mulgătoarele; s-a observat însă că aceste fete păreau a fi protejate de mult mai periculoasa variolă. Jenner și-a botezat noua procedură vaccinare (după cuvântul latin pentru vacă, vacca),

iar de atunci multe programe de vaccinare au fost puse la punct în multe țări. Ele au ajutat la diminuarea radicală a răspândirii unei boli foarte serioase.

Pasteur dorea să facă ceva similar pentru antrax, dar nu exista nici o boală înrudită la care să poată face apel. În schimb, și-a dat seama cum putea slăbi puterea bacteriei de antrax prin schimbarea condițiilor ei de viață (cum ar fi temperatura), prin alterarea hranei pe care o putea folosi sau prin expunerea la aer. Bacteria avea nevoie de anumite condiții pentru a putea prospera, la fel ca oricare dintre noi. Pasteur a reușit să slăbească bacteriile sale de antrax și să le facă mult mai puțin capabile să provoace boala; a numit aceste bacterii slăbite vaccin, în memoria lui Jenner. Apoi a invitat jurnaliștii să participe la un experiment. A injectat cu vaccinul său câteva oi și vite, apoi a dat bacteria de antrax grupului vaccinat, apoi altuia, nevaccinat. Experimentul a fost un succes remarcabil: animalele vaccinate nu au fost afectate când li s-a administrat bacteria, în vreme ce animalele neprotejate au murit de boală. Pasteur a făcut lumea conștientă de puterea științei medicale.

După antrax a urmat rabia. Rabia era o boală cumplită, provocată în general de mușcătura unui animal infectat. De obicei e fatală, iar victimele – inclusiv copii mici – fac spume la gură și nu pot bea apă. Lucrul remarcabil a fost că Pasteur nici măcar nu putea vedea cu ce avea de-a face. Virusul care produce rabia este atât de mic, încât microscopul cu care lucra Pasteur și contemporanii săi nu îl puteau localiza. Cu toate acestea, Pasteur și-a dat seama după simptomele victimelor că ceea ce provoca rabia ataca creierul și măduva spinării, în centrul sistemului nervos. A folosit așadar măduva spinării de la șobolani pentru a „cultiva“ (crește) virusul artificial. Îl putea face mai mult sau mai puțin vătămător, în funcție de condițiile în care îl cultiva. Primul caz uman a fost un succes răsunător și i-a adus lui Pasteur o faimă internațională. Joseph Meister era un băiețel care fusese mușcat de un câine turbat. Părinții, sperați, l-au adus la Pasteur, care a fost de acord să încerce să îi salveze viața cu o serie de injecții. Cum Pasteur era chimist, era nevoie de un medic care să administreze injecțiile, iar vaccinarea a fost un triumf. Copilul a supraviețuit și a lucrat pentru Pasteur pentru tot restul vieții. Și alți oameni mușcați de animale turbate au dat năvală la Paris să primească tratamentul-minune. Acesta a creat senzație în întreaga lume; oamenii au donat bani pentru înființarea unui Institut Pasteur, unde francezul a lucrat până la moarte. Acum, la mai bine de un veac, Institutul Pasteur este în continuare o structură la fel de puternică.

Pasteur a fost mereu un om neobișnuit, atât prin remarcabilele sale succese, cât și prin modul în care își creștea și studia microorganismele. Alți oameni de știință au considerat că metodele lui erau stângace și greoaie. Multe dintre instrumentele de laborator folosite de oamenii de știință și în ziua de azi pentru studiul bacteriilor au fost realizate de rivalul german al lui Pasteur, Robert Koch (1843–1910). Spre deosebire de Pasteur, Koch era medic și și-a început munca în timp ce își trata pacienții. Și el a lucrat cu antrax, a cărui bacterie era lesne de văzut. Și-a dat seama cum se mută antraxul de la animale la om și a descoperit că bacteria are un ciclu de viață complicat. Uneori, bacteria intră într-un fel de hibernare, cunoscută ca „faza de spor“. Acești spori sunt greu de distrus și pot infecta deopotrivă oameni și animale, astfel încât boala evoluează în mai multe direcții. Chiar dacă bacteriile au o singură celulă, s-a dovedit că sunt organisme foarte complicate.

Koch a fost primul care a început să folosească fotografia ca să facă o înregistrare vizibilă a bacteriei care producea boala. Și-a cultivat bacteriile pe un fel de jeleu solid, numit agar-agar: astfel, „coloniile“ individuale (grupuri de bacterii) puteau fi identificate și studiate. Era mult mai ordonat decât Pasteur cu supele și ulcelele lui. Unul dintre asistenții lui Koch, pe nume Petri, a inventat un vas micuț în care se putea ține agarul și cultiva diferite bacterii. Aceste evoluții au schimbat fața bacteriologiei și au ajutat medicii și oamenii de știință din întreaga lume să înțeleagă aceste organisme microscopice.

Koch a fost un „vânător de microbi“. (Microb este prescurtarea pentru microorganism.) A identificat germenii care provocau două dintre cele mai importante boli ale secolului al XIX-lea. În 1882, a anunțat că a descoperit bacilul tuberculozei, bacteria care provoacă teribila boală. La acea vreme, tuberculoza omora mai mulți oameni decât orice altă boală, dar doctorii credeau că e fie moștenită, fie rezultatul unui stil nesănătos de viață. Cercetarea lui Koch a demonstrat că tuberculoza era o boală infecțioasă, care se transmitea de la om la om. Este diferită de alte boli molipsitoare precum gripa, rujeola, tifosul sau holera, prin faptul că era o boală cu evoluție lentă: se răspândește, infectează și omoară lent. De obicei, tuberculoza distruge plămânii de-a lungul unui număr mare de ani.

A doua mare descoperire a lui Koch a fost bacteria care provoacă holera, cealaltă boală temută. În 1883, când a apărut în Egipt, francezii și germanii

au trimis acolo oameni de știință să vadă dacă pot descoperi cauza. Era un fel de competiție. Un membru al echipei franceze a făcut boala și a murit. (Pasteur dorise să meargă și el, dar era prea fragil.) Koch și colegii germani au crezut că s-ar putea să fi găsit germenul vinovat de boală, dar nu puteau fi siguri. Prin urmare, Koch s-a dus în India, unde holera era în floare. Identificând bacilul holerei, a dovedit că Snow avusese dreptate: era, într-adevăr, ceva în apă. A găsit bacilul atât în diareea victimelor, cât și în fântânile din care își scoteau apa. Înțelegerea cauzelor bolilor infecțioase a deschis calea către un mai bun control și, în cele din urmă, către vaccinare, care a salvat milioane și milioane de vieți în secolul al XIX-lea.

De pe la sfârșitul anilor 1870, mai mulți microbi generatori de boală au fost corect identificați (și despre mulți se va demonstra ulterior că nu erau deloc periculoși). A fost o perioadă interesantă și numeroși medici trâmbeau deja ivirea unei noi era a medicinei și a igienei. S-a demonstrat importanța apei curate, a laptelui, a oricărei altceva mâncăm sau bem. Din acea perioadă, medicii au început să sfătuiască oamenii să se spele pe mâini după ce folosesc toaleta, să pună mâna la gură când tușesc. Identificarea germenilor a însemnat că oamenii de știință au putut face vaccinuri și, mai târziu, medicamente. Și a făcut posibilă chirurgia modernă.

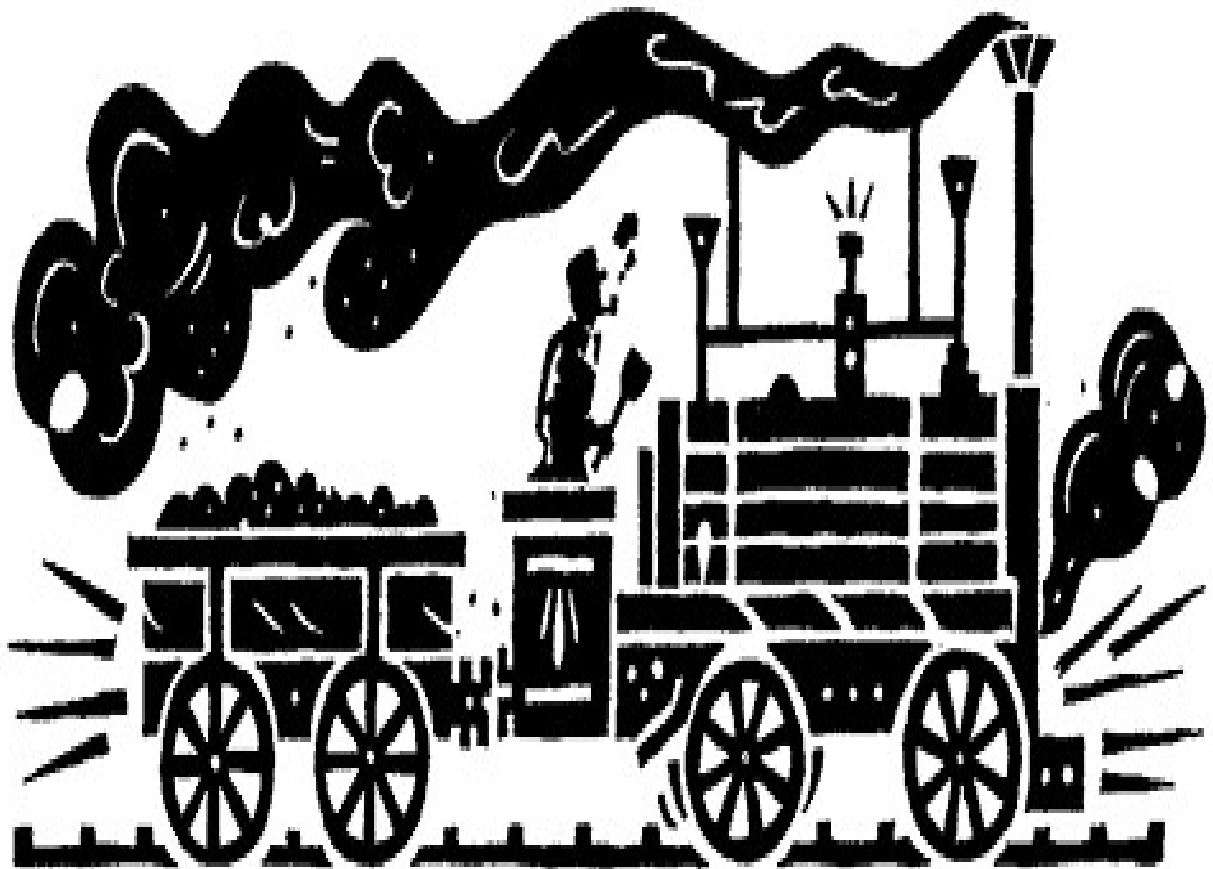
Încă din anii 1860, un chirurg englez, Joseph Lister (1827–1912) a fost inspirat de munca lui Pasteur. A introdus ceea ce numim astăzi chirurgia antiseptică. Probabil în trusa voastră de prim ajutor aveți un unguent antiseptic. Noua metodă a lui Lister implica acidul carbolic, cunoscut și ca fenol, care era folosit pentru dezinfectarea canalizărilor. A folosit fenol ca să spele instrumentarul chirurgical și bandajele pe care le pune direct pe corp după operație. Mai târziu, a inventat un dispozitiv ca să pulverizeze acid carbolic pe tot corpul pacientului pe masa de operație, precum și pe mâinile chirurgului. Când Lister și-a comparat pacienții cu cei ai altor chirurghi care nu foloseau metodele „listeriene”, a remarcat că ai lui aveau o rată de supraviețuire mai mare. Nu mai mureau din cauza infecțiilor care începeau de la locul inciziei și se răspândeau în sânge. În experimentele sale prin care combătuse generarea spontană, Pasteur a arătat că germenii erau transportați prin aer de particulele de praf. Lister reușea să omoare germenii prin instituirea acestei rutine cu acid carbolic.

La fel cum a îmbunătățit instrumentele de laborator ale lui Pasteur, Robert Koch a ajutat la progresul chirurgiei antiseptice a lui Lister. Scopul lui Lister era să omoare toți germenii cauzatori de boală din rană. Chirurgia aseptică a lui Koch avea să preîntâmpine intrarea acestora în rană. Koch a inventat autoclava, un dispozitiv care folosește abur foarte fierbinte pentru a steriliza instrumentarul chirurgical. Chirurgia aseptică le permitea pentru prima oară chirurgilor să intre în siguranță în cavitățile corpului (piept, abdomen, craniu). Treptat, s-a ajuns la sala modernă de operații, cu măști și halate chirurgicale, mănuși de cauciuc și echipament steril.

Alături de igiena modernă, chirurgia nu ar fi putut evolua fără anestezie. A fost introdusă în medicină în America, în anii 1840. Anestezia a fost un triumf al chimiei în serviciul medicinei, căci compușii cu care erau adormiți oamenii – eterul și cloroformul – erau substanțe chimice făcute în laborator. (Protoxidul de azot al lui Humphry Davy a fost tot un anestezic de început.) Eliminarea durerilor cumplite, uneori a decesului, din timpul operațiilor chirurgicale și a nașterilor păreau adevărate minuni. Unul dintre pionierii britanici a fost John Snow, care ajunsese vestit pe vremea holerei. Cariera de anestezist a lui Snow a atins apogeul când i-a administrat anestezia reginei Victoria, la nașterea ultimilor doi copii. Regina, care avusese deja șapte copii fără anestezie, a considerat că era o descoperire foarte agreabilă.

Înțelegerea germenilor a contribuit la progresul chirurgiei. De asemenea, a oferit doctorilor și alte căi de a înțelege bolile infecțioase care aduseseră atâta suferință și moarte omenirii de-a lungul veacurilor. Acum, inventarea metodei vaccinării de către Edward Jenner avea o bază științifică. Aceste injecții merită tot efortul, căci, chiar dacă pe moment unele pot fi dureroase, oferă speranța că, dacă toată lumea se vaccinează, multe boli infecțioase pot fi eliminate. Acum știm mult mai multe despre germeni decât pe vremea lui Pasteur și Koch. Și suntem mai conștienți, după cum vom arăta în Capitolul 36, de cât de adaptabile și de alunecoase sunt bacteriile, virusurile și paraziții. Au fost capabile să se adapteze la medicamentele și tratamentele cu care le-au bombardat medicii și să devină rezistente; o adevărată lecție de evoluție darwinistă. Da, au supraviețuit pentru că s-au adaptat. Este prima lecție pe care ne-a predat-o Darwin.

Capitolul 28. Motoare și energie



„Domnule, eu vând aici ceea ce vrea toată lumea: PUTERE.“ Inginerul Matthew Boulton (1728–1809) știa despre ce vorbea. În anii 1770, Boulton și alți bărbați ambițioși, printre care inventatorul James Watt (1736–1819),

foloseau motoarele cu aburi în minerit și în industrie. Păreau să fi domesticit energia (sau puterea). Acești bărbați au dus mai departe Revoluția Industrială în Anglia, prima țară care s-a industrializat și-a dezvoltat sistemul de producție. Era o revoluție condusă de realizările științifice și se baza pe imensa creștere a puterii de a produce bunuri cu mare rapiditate și de a le transporta în lumea largă. Lumea noastră modernă este de neînchipuit fără energie – multă energie. Și totul a început cu aburul.

Motoarele cu abur sunt destul de simple. Puteți vedea principiul în acțiune de fiecare dată când puneți apa la fiert într-o oală cu capac: forța aburului împinge capacul și-l face să salte, permițând aburului să iasă. Acum, imaginați-vă că în loc de oală aveți un cilindru închis, cu o mică gaură la un capăt. În aceasta intră un piston mobil (adică un disc care se potrivește perfect în interiorul cilindrului, cu o tijă care se potrivește perfect în orificiul de la capăt). Presiunea aburului care țâșnește va forța pistonul în sus și va pune în mișcare tot ce este legat de acesta: poate o tijă cu roți de tren atașate de ea. Așadar motorul cu aburi schimbă energia aburului în mișcare: energie mecanică. Motorul poate face multe lucruri utile, cum ar fi conducerea unei mașini sau pomparea unor cantități mari de apă din mine.

Nici Boulton, nici Watt nu au inventat motorul cu aburi: el era în peisaj de mai bine de 100 de ani. Dar modelele timpurii erau foarte rudimentare, nesigure și ineficiente. Watt mai ales a fost creierul din spatele perfecționării motorului. Motorul lui nu numai că a oferit puterea necesară pentru ca Anglia să se industrializeze, dar i-a determinat pe oamenii de știință să cerceteze o lege elementară a naturii. I-a ajutat să își dea seama că aceea pe care Lavoisier o considerase substanță – anume căldura – era de fapt o formă de energie.

Printre gânditorii care au studiat motoarele în timpul Revoluției industriale, se evidențiază o anumită persoană. Este vorba despre un tânăr inginer francez, Sadi Carnot (1796–1832). La vremea aceea, între francezi și britanici era o rivalitate cruntă. Carnot era conștient că britanicii o luaseră înainte în proiectarea motoarelor cu abur și folosirea puterii pe care o generau acestea. Voia ca Franța să îi prindă din urmă și, uitându-se cum funcționează motoarele, a descoperit un principiu științific fundamental. Era preocupat de randamentul motorului cu abur.

Dacă un motor cu abur are un randament perfect, va transforma în putere toată energia necesară pentru a fierbe apa care pune în mișcare motorul. Se poate măsura cantitatea de căldură produsă prin arderea de cărbune sau de lemn ca să se producă abur; apoi se măsoară puterea sau acțiunea pe care o generează pistonul. Dacă motorul avea randament perfect, ar fi fost exact la fel. Din păcate, motoarele cu randament perfect sunt imposibil de construit.

Toate motoarele au ceea ce se numește rezervor sau „bazin“ în care se colectează aburul răcit și apa uzată. Se poate măsura temperatura aburului care intră și temperatura aburului (sau a apei) care rămâne la sfârșitul fiecărui ciclu. În bazin, temperatura de ieșire este întotdeauna mai mică decât cea de intrare. Carnot a arătat că se putea folosi diferența dintre cele două temperaturi pentru a calcula randamentul unui motor. Dacă se notează randamentul perfect cu 1, atunci randamentul real este 1 minus temperatura din bazin (de ieșire) împărțită la temperatura de la sursă (de intrare). Singura modalitate de a atinge acel 1 al randamentului perfect era un motor care extrăgea toată căldura din abur. Atunci, raportul dintre intrare și ieșire ar fi fost zero. Asta ar da $1 - 0 = 1$. Dar, pentru ca acest lucru să se întâmple, ar fi trebuit ca una dintre valorile temperaturii să fie ori zero, ori infinit: un abur fierbinte infinit care intră sau „zero absolut“ (cea mai scăzută temperatură teoretic posibilă, despre care vom vorbi mai jos) iese din bazin. Nici una dintre variante nu este posibilă, așa că eficiența nu este niciodată perfectă.

Ecuația simplă a lui Carnot care viza să măsoare randamentul motoarelor a rezumat și o lege profundă a naturii. Aceasta explică și de ce mecanismele „perpetuum mobile“ sunt uneori descrise în literatura de science-fiction, dar nu pot exista niciodată în lumea reală. Întotdeauna trebuie să folosim energie ca să producem energie; de pildă, trebuie să ardem cărbune sau alt combustibil pentru a încălzi mai întâi apa. În anii 1840 și 1850, mulți alți oameni de știință lucrau la acest adevăr elementar al naturii. Unul dintre ei era fizicianul german Rudolph Clausius (1822–1888), care și-a petrecut mare parte din viață urmărind cum se revarsă căldura, în situații experimentale atent controlate. Pentru asta, el a introdus un nou concept în fizică: entropia. Entropia măsoară cât de amestecate (dezordonate) sunt lucrurile într-un sistem dat. E mai ușor să amesteci lucrurile decât să le separi. Dacă amesteci vopsea albă și vopsea neagră obții vopsea gri. Amestecarea e simplă, dar e imposibil să le separi și să obții la loc vopsea de un alb curat și vopsea de un negru strălucitor. Putem amesteca zahăr și lapte în ceai, putem recupera

zahărul dacă ne străduim, dar e imposibil să recuperăm laptele. La fel și cu energia: odată ce se arde cărbunele, nu se poate folosi căldura pe care acesta o produce ca să se recupereze cărbunele.

Pentru oamenii din secolul al XIX-lea, entropia era o idee deprimantă. Clausius spunea că universul devine tot mai amestecat pentru că entropia este stadiul lui „natural“. Odată ce lucrurile se amestecă, e nevoie de mai multă energie ca ele să poată fi separate, așa cum este nevoie de mai multă energie ca să faci curat într-o cameră decât să o murdărești. După Clausius, universul se mișcă încet în jos, iar în punctul final va fi un univers în care materia și energia sunt uniform distribuite prin tot spațiul. Până și Soarele nostru va muri în cele din urmă, în următoarele cinci miliarde de ani și, odată cu el, și viața pe Pământ. Între timp, desigur, plantele și animalele, ființele umane și casele și computerele noastre sfidează acest punct final al lui Clausius. Cum spunea o zicală veche, „cosește fânul cât strălucește soarele“.

Deși fizicienii și inginerii erau foarte îngrijorați de efectele entropiei, ei au încercat să vadă mai îndeaproape ce anume era energia. Căldura este o formă importantă de energie, așa că studiul ei se numește termodinamică (un termen care combină cuvintele grecești pentru „căldură“ și „putere“). În anii 1840, mai mulți oameni au ajuns la aceleași concluzii referitoare la relațiile dintre diferitele forme de energie. Au analizat o varietate de lucruri. Ce se întâmplă când apa îngheață sau fierbe? Cum sunt mușchii noștri capabili să ridice greutatea? Cum reușesc motoarele cu abur să folosească vaporii de apă fierbinte pentru a produce ceva ce chiar funcționează? (Prima cale ferată publică cu locomotive pe aburi a fost inaugurată în Anglia în 1825.) Întorcând această întrebare pe toate părțile, oamenii de știință și-au dat cu toții seama că nu se poate crea energie din nimic, dar nici nu o poți face să dispară cu totul. Tot ce poți face cu energia este să o preschimbi dintr-o formă în alta. Uneori, poți face astfel încât această schimbare să acționeze în interesul tău. Această idee a ajuns cunoscută ca principiul conservării energiei.

Fizicianul din Manchester J.P. Joule (1818–1889) voia să înțeleagă relația dintre căldură și lucru mecanic. De câtă energie este nevoie pentru a face o anumită cantitate de lucru mecanic? Folosind o serie de experimente geniale, a demonstrat că lucrul mecanic și căldura sunt legate direct în moduri care pot fi exprimate matematic. Se poate folosi energie pentru a produce lucru

mecanic (de pildă mersul pe bicicletă), iar căldura este o formă comună de energie. Gândiți-vă la cățărarea pe un vârf de munte. Folosim energie ori de câte ori ne mișcăm mușchii. Folosim oxigenul pe care-l respirăm ca să „ardem“ kaloriile din hrană, adică mâncarea pe care o înghițim și o digerăm. Acum, să zicem că sunt două cărări către vârful unui munte, una foarte abruptă, alta ceva mai lină. Ce a arătat Joule în termenii necesarului de energie este că nu contează pe ce cărare o apucăm. Cărarea abruptă îți poate provoca febră musculară, dar cantitatea de energie pe care o folosești ca să îți deplasezi corpul de la poale la vârf este aceeași indiferent de cărarea aleasă și indiferent dacă alergi sau mergi la pas. Fizicienii încă își amintesc numele lui Joule. Este legat de mai multe unități de măsură, inclusiv de cea a energiei sau a căldurii.

Oamenii au încercat multă vreme să măsoare câtă căldură conține un obiect, adică temperatura acestuia. Galileo (Capitolul 12) a cochetat cu „termoscopul“, un instrument care se schimba pe măsură ce temperatura creștea. Un termoscop le permitea oamenilor să vadă dacă un lucru se răcește sau se încălzește; un termometru ne permite să dăm o valoare gradului de căldură. Folosim și astăzi două încercări de început de a concepe o scală de temperatură. Una a fost inventată de un fizician german, Daniel Gabriel Fahrenheit (1686–1736), care a folosit termometre care conțineau atât mercur, cât și alcool. Pe scala lui, apa îngheață la 32 de grade, iar temperatura normală a corpului nostru este de 98,6 grade. Anders Celsius (1701–1744) și-a conceput scala folosind punctele de înghețare și de fierbere ale apei, primul fiind la zero grade, ultimul, la 100. Termometrul lui măsoara temperatura între aceste două puncte. Aceste două scale fac parte și astăzi din viața noastră, de la temperatura de coacere a unei prăjituri până la plângerile referitoare la vreme.

Fizicianul scoțian William Thomson (1824–1907) a inventat o altă scală. El era interesat mai ales de felul în care căldura și alte forme de energie lucrează în natură. A fost profesor la Universitatea Glasgow, iar mai târziu a primit titlul nobiliar de lord Kelvin. Scala sa este cunoscută ca scala Kelvin sau K. Și-a conceput scala folosind măsurători foarte precise și principii științifice. Comparativ cu scala K, Celsius și Fahrenheit se dovedesc a fi măsurători rudimentare ale temperaturii.

Punctul definitoriu al scalei K este „punctul triplu al apei“. Acesta apare când cele trei stări ale apei – gheață (solidă), apă (lichidă) și vapori de apă (gazoasă) – sunt într-un echilibru termodinamic. Echilibrul termodinamic poate apărea într-un sistem experimental, când o substanță este izolată de mediul înconjurător, astfel încât temperatura și presiunea ei să fie fixe. Atunci nu există nici o modificare în starea substanței și nici o energie nu iese și nu intră în sistem. Triplul punct al apei este când solidul, lichidul și gazul se mențin într-un echilibru perfect. De îndată ce temperatura sau presiunea se schimbă, echilibrul se pierde.

Pe scalele Celsius și Fahrenheit, temperatura devine negativă când e foarte frig. Probabil ați auzit la prognozele meteo vorbindu-se despre „minus două sau trei grade“. Pe scala K nu există numere negative. Apa îngheață la 273,16 Kelvin (comparativ cu 0 pe scala Celsius și de 32 de grade pe scala Fahrenheit). Trebuie să fie mult mai frig ca să se ajungă la 0 pe Kelvin. Dar aici 0 înseamnă chiar 0 – „zero absolut“. La această temperatură imposibil de rece, orice mișcare, orice energie se oprește. La fel ca motorul cu randament perfect, nu putem atinge nici acest „zero absolut“.

Kelvin și alții au ajutat la explicarea felului în care funcționează motoarele atât științific, cât și practic. Pe măsură ce secolul al XIX-lea avansa, cele trei descoperiri evidențiate în acest capitol au devenit prima, a doua și a treia lege a termodinamicii: conservarea energiei, legea entropiei și neclintirea absolută a atomilor la zero absolut. Aceste legi ne ajută să înțelegem aspecte importante despre energie, lucru mecanic și putere.

Lumea modernă nu se mai sătura de noile ei puteri proaspăt descoperite: punerea în funcțiune a liniilor de producție, a navelor, a trenurilor și – spre sfârșitul vieții lui Kelvin – a mașinilor cu motor. Trenurile și navele cu abur foloseau căldura produsă de cărbuni în cuptoarele lor pentru a face abur care punea motoarele în mișcare. Dar mașinile depindeau de un nou fel de energie: motorul cu combustie internă. Acesta avea nevoie de un combustibil foarte volatil numit benzină, care a fost descoperit spre sfârșitul secolului al XIX-lea. Benzina avea să devină unul dintre cele mai importante produse ale secolului următor. Acum, în noul mileniu, este în continuare una dintre cele mai disputate și tot mai rare resurse din lume.

Capitolul 29. Aranjând elementele în tabel



De fiecare dată când amestecăm ingrediente ca să gătim ceva, se produc reacții chimice. Spuma care apare când ne curățăm ceainicul înseamnă chimie la lucru. Sticlele de plastic pe care le luăm cu noi, hainele colorate pe

care le purtăm, toate sunt posibile grație cunoștințelor de chimie acumulate în decursul câtorva sute de ani.

Chimia a devenit modernă în secolul al XIX-lea. Să recapitulăm puțin. La începutul secolului, chimiștii au îmbrățișat originala idee de atom a lui Dalton, despre care ați citit în Capitolul 21. Apoi au făcut un pas uriaș prin crearea unui limbaj special pe care să îl înțeleagă întreaga comunitate de chimiști, indiferent de țară. Aveau un sistem de simboluri pentru elemente, cum ar fi H_2 pentru doi atomi de hidrogen. Toată lumea a fost de acord că atomul e cea mai mică unitate a materiei. Au folosit cuvântul element pentru o substanță făcută dintr-un singur fel de atomi (carbon, de pildă). Un compus era alcătuit din două sau mai multe elemente legate chimic între ele. Compușii puteau fi descompuși în elemente (amoniacul, în azot și hidrogen); dar odată ce se obțin elementele individuale, nu se poate merge mai departe cu descompunerea.

Cu toate că era limpede că atomii nu erau acele mici bile tari, așa cum sugerase Dalton, era foarte greu să se stabilească exact ce anume erau. În schimb, chimiștii au început să descopere foarte multe despre cum reacționează când sunt puși cu alți atomi sau compuși. Unele elemente pur și simplu nu erau interesate să reacționeze cu altele, indiferent ce ar fi făcut experimentatorii. Altele reacționau atât de violent, încât provocau explozii. Alteori, se putea obține o reacție dacă aceasta era ajutată să înceapă. Oxigenul și hidrogenul puteau fi puse laolaltă într-un vas și nu se întâmpla nimic. Dar, dacă se producea o scânteie, trebuia să te ferești! În ciuda exploziei dramatice, reacția nu producea altceva decât banala apă. La cealaltă extremă, dacă puneai într-un vas fără aer, vidat, magneziu și carbon, le puteai încălzi la nesfârșit, că tot nu se întâmpla nimic. Dacă era lăsat puțin aer în interior, rezulta o lumină strălucitoare și teribil de multă căldură.

Cercetătorii erau conștienți de aceste reacții chimice variate. De asemenea, au început să fie curioși în legătură cu ceea ce le produce și tiparele care sunt evidențiate în laborator. Au abordat experimentele făcute în două moduri principale: sinteză și analiză. Sinteza înseamnă punerea elementelor laolaltă: se începe cu elemente simple sau cu compuși simpli, iar când aceste substanțe reacționează între ele, sunt studiate rezultatele. Analiza este inversul: se începe de la un compus complex, se efectuează operațiuni pentru ca acesta să fie descompus și, după analizarea produselor rezultate, se

încearcă înțelegerea compusului de la care s-a pornit. Aceste metode au început să le dea chimiștilor o idee destul de bună despre compoziția multor compuși relativ simpli. În acest caz, devenea mai ușor să se creeze compuși mai complicați prin adăugarea de mici cantități de substanțe despre care știau câte ceva.

Din toate aceste experimente s-au desprins cu precădere două lucruri. Mai întâi, după cum am văzut, fiecare element are tendințe fie pozitive, fie negative. Și, după cum spune o veche zicală, contrariile se atrag. De pildă sodiul, un element pozitiv, se combină ușor cu clorul, un element negativ, pentru a face clorura de sodiu (care este sarea de masă pe care o presăram peste mâncare). Pozitivul și negativul se anulează reciproc, așa că sarea este neutră. Toți compușii stabili (cei care nu se modifică dacă nu se exercită o acțiune asupra lor) sunt neutri, chiar dacă sunt făcuți din elemente care nu sunt în mod necesar astfel. Combinarea sodiului cu clorul este un exemplu de sinteză. Se pot face analize chimice pe sarea pe care ați obținut-o. Se dizolvă sarea în apă, se pune soluția în câmp electric cu poli pozitivi și poli negativi și aceasta se va separa. Sodiul migrează spre polul negativ, clorul valsează către cel pozitiv. Sute de experimente similare i-au convins pe chimiști că atomii unor astfel de elemente au aceste caracteristici pozitive și negative. Și că aceste caracteristici joacă un rol esențial în determinarea a ceea ce se întâmplă când elementele reacționează între ele.

În al doilea rând, unele grupuri de atomi pot rămâne împreună în timpul experimentelor, iar acești atomi colectivi pot acționa ca o singură unitate. Astfel de unități au fost numite „radicali” și sunt, și ele, pozitive sau negative. Radicalii sunt importanți mai ales în chimia „organică”, acolo unde chimiștii au ajuns să înțeleagă o întreagă serie de compuși înrudiți (toți conținând carbon), cum ar fi eterurile, alcoolurile sau benzenii. Benzenii erau un grup fascinant, fiecare având o structură inelară. Mulți chimiști erau dornici să încerce să clasifice aceste grupuri organice, să înțeleagă din ce erau făcuți și cum reacționau, asta și pentru că multe dintre aceste substanțe începeau să devină valoroase pentru industrie. Tot mai multe astfel de substanțe industriale începeau să fie produse în fabrici, nu în laboratoare. Exista o cerere tot mai mare pentru fertilizatori, vopseluri, medicamente, var și, mai ales după 1850, produse petoliere. Apăruse industria chimică modernă, iar chimia a devenit o carieră, nu numai o toană pentru cei curioși sau pentru cei bogați.

Și elementele au proprietățile lor unice, chimice și fizice. Pe măsură ce erau descoperite mai multe, chimiștii au găsit și câteva tipare. Se părea că atomii individuali ai unor elemente precum hidrogenul, sodiul sau clorul voiau să se combine numai cu alți atomi singuri. De pildă, un singur atom de hidrogen și un atom de clor se combinau pentru a da un acid puternic, acidul clorhidric (HCl). Un singur atom al altor elemente, precum oxigenul, bariul și magneziul, păreau a avea dubla capacitate de a se combina atât cu alți atomi, cât și cu radicali; prin urmare, era nevoie de doi atomi de hidrogen care să se combine cu unul de oxigen pentru a rezulta apa. Unele elemente erau chiar mai flexibile, dar existau și excepții care făceau dificilă stabilirea unor reguli rapide și clare. Elementele (și radicalii) sunt diferite și în ceea ce privește graba lor de a intra în reacții chimice. Fosforul era într-atât de activ, încât trebuia manipulat cu mare atenție; siliciul era în general mai lent, așadar mai puțin periculos.

Elementele sunt foarte diferite în caracteristicile lor fizice. La temperatură normală, hidrogenul, oxigenul, azotul și clorul sunt gaze; mercurul și sodiul sunt lichide. Cele mai multe sunt în mod natural solide: metale precum cupru, nichel, aur și plumb. Dacă se pun elemente solide într-un furnal, ele pot fi topite ușor, uneori chiar vaporizate (aduse la stare gazoasă). Mercurul lichid și sodiul sunt ușor de vaporizat, deși periculos. Chimiștii din secolul al XIX-lea nu puteau încă să obțină temperaturi suficient de joase pentru a transforma gaze precum azotul și oxigenul în lichide, și cu atât mai puțin în solide. Dar au recunoscut că problema lor era una de ordin mai curând tehnic. În principiu, orice element poate exista în cele trei stări ale materiei: solidă, lichidă și gazoasă.

În anii 1850, chimia abia începea să se contureze; în acea perioadă existau multe dezbateri despre greutatea relativă a atomilor, despre cum se legau moleculele (sau grupurile de atomi), despre diferența dintre compușii „organici” și „anorganici” și multe altele. În 1860 s-a întâmplat ceva care a ajutat la apariția chimiei moderne. E vorba despre ceva care astăzi pare banal, dar pe atunci era ieșit din comun: o întrunire internațională. În zilele de dinaintea telefoniei, a e-mailului și a călătoriilor accesibile tuturor, oamenii de știință se întâlneau rar și comunicau mai ales prin scrisori. A auzi un alt om de știință din străinătate ținând o prelegere despre activitatea lui, urmată de discuții libere, era un eveniment rar. Întrunirile internaționale au început în 1850, ajutate de o mai mare disponibilitate de călătorie cu trenul și

cu vapoarele cu aburi; ele le permiteau oamenilor să se întâlnească și să discute cu colegii din alte țări. De asemenea, s-a anunțat public o convingere larg răspândită, împărtășită de comunitatea științifică: că știința însăși este obiectivă și internațională, dincolo de politică și de religie, care adesea divizează oamenii și aduc națiuni întregi pe picior de război unele împotriva altora.

În 1860, chimiștii s-au întâlnit pentru o conferință de trei zile la Karlsruhe, în Germania. Mulți dintre tinerii chimiști de frunte din întreaga Europă erau acolo, inclusiv cei trei care vor dirija calea chimiei pentru restul secolului. Scopurile întrunirii au fost stabilite de germanul August Kekulé (1829–1896). El dorea să cadă de acord cu chimiștii din toate țările asupra termenilor pe care trebuiau să îi folosească pentru a defini substanțele cu care lucrau, natura atomilor și a moleculelor. Un chimist sicilian înfocat, Stanislao Cannizzaro (1826–1910), pledase deja în favoarea acestei idei, așa că a participat cu entuziasm. La fel a făcut și un chimist rus din Siberia, Dimitri Ivanovici Mendeleev (1834–1907). Delegații au discutat trei zile propunerea lui Kekulé și, cu toate că nu s-a ajuns la unanimitate, măcar s-au stabilit câteva fundamente.

La întrunire, mai multor delegați li s-au înmănat copii ale unui articol publicat de Cannizzaro în 1858. Aici, el trecea în revistă istoria chimiei începând cu zorii secolului al XIX-lea. El a făcut un apel la chimiști să ia în serios munca conaționalului său Avogadro, care făcuse o distincție clară între atom și moleculă. Cannizzaro a susținut și că era vital să se determine greutatea atomică relativă a elementelor și a arătat cum se putea face acest lucru.

Mendeleev a recepționat mesajul. Tânărul îi datora mult extraordinarei sale mame, care își adusese mezinul, ultimul din cei 14 copii, din Siberia la Sankt-Petersburg, pentru ca să poată învăța cum trebuie chimie. Ca mulți chimiști de excepție ai vremii, Mendeleev a scris un curs bazat pe propriile experimente și pe interacțiunea cu studenții. Ca și Cannizzaro, voia să pună în ordine elementele care fuseseră deja identificate. Existau deja o serie de tipare: ceea ce era numită familia „halogenilor” – clor, brom și iod, de exemplu – reacționa în moduri similare. De asemenea, aceste elemente puteau fi schimbate între ele în cursul unor reacții chimice. Unele metale, cum ar fi cuprul și argintul, împărtășeau lucruri similare în reacții.

Mendeleev a început să facă o listă cu elementele în ordinea greutății lor atomice relative (folosind în continuare hidrogenul ca „1”). Și-a prezentat ideea în 1869.

Mendeleev a făcut mai mult decât să înșire elementele pe o listă, după greutatea lor atomică. A creat un tabel cu rânduri și coloane. Putea fi citit și de-a curmezișul, și de jos în sus, se puteau observa relațiile dintre elementele cu proprietăți chimice similare. La început, tabelul periodic, cum l-a botezat în cele din urmă, a fost foarte rudimentar și puțini chimiști i-au dat atenție. Dar, când a început să lucreze la detalii, s-a întâmplat ceva interesant: păreau a fi elemente lipsă ici și colo, substanțe despre care tabelul lui sugera că ar fi trebuit să fie prezente, dar nu fuseseră încă descoperite. La drept vorbind, lipsea o coloană întreagă, după cum îi indica greutatea atomică relativă. Mulți ani după aceea, această coloană s-a dovedit a fi completată cu gazele nonreactive, așa-numitele gaze „nobile”. La fel ca aristocrații care nu se amestecă cu cei din clasele sociale inferioare, aceste gaze erau indiferente la reacțiile chimice. Cele mai importante au fost descoperite în anii 1890, dar la început Mendeleev nu a acceptat descoperirea lor. Dar în scurt timp și-a dat seama că heliul, neonul și argonul, cu greutatea lor atomice demonstrate, au fost previzionate de tabelul său periodic.

În anii 1870 și 1880 chimiștii au descoperit mai multe elemente pentru care Mendeleev lăsase loc la baza tabelului. Mulți chimiști au respins speculațiile lui, catalogându-le drept nebunești, precum că elemente precum beriliul sau galiul (cum vor fi ele numite ulterior) ar trebui să existe. Dar când golurile identificate de el s-au umplut treptat, chimiștii au început să aprecieze forța tabelului lui Mendeleev. Îi îndruma să descopere elemente noi în natură. Explica, de asemenea, și cum anume este fiecare element și cum reacționează cu alte substanțe. Ceea ce începuse ca o simplă încercare a lui Mendeleev de a înțelege elementele a generat în cele din urmă o fabuloasă cheie către înțelegerea felului în care se comportă natura. Acum, tabelul periodic al elementelor atârna pe pereții sălilor de clasă și ai laboratoarelor din toată lumea.

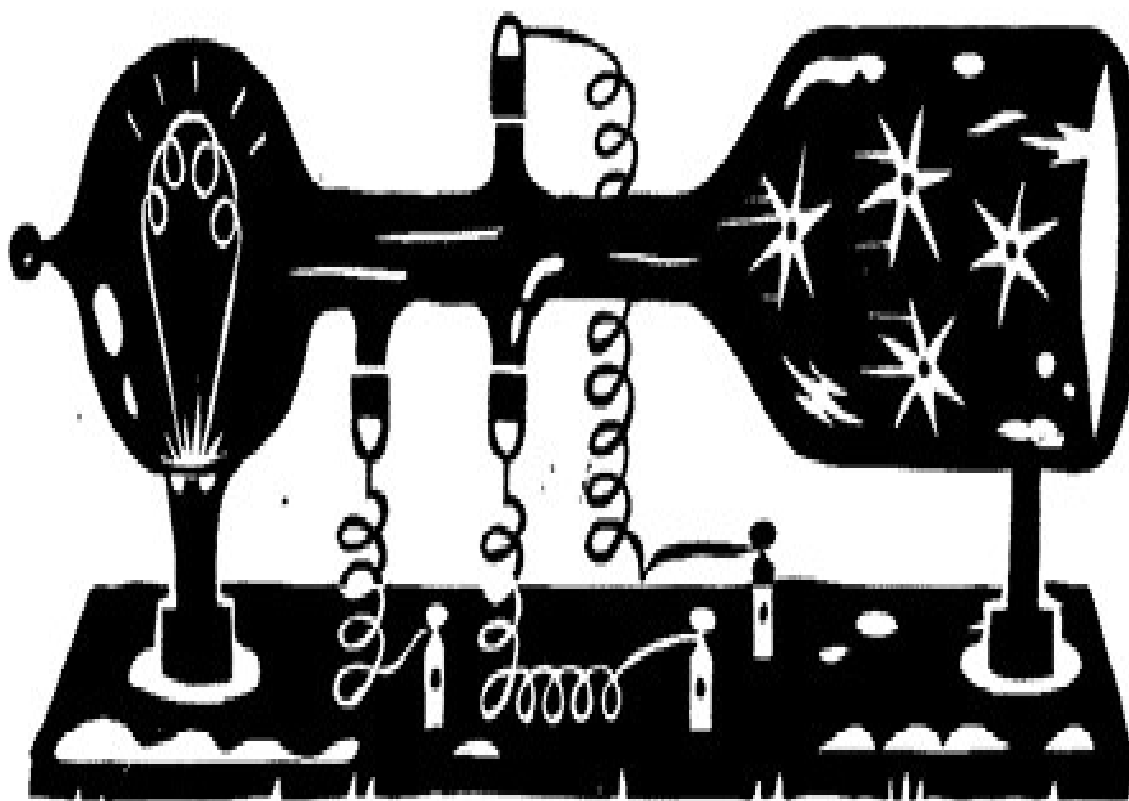
O mare parte a secolului al XIX-lea chimiștii au fost preocupați de compoziția chimică: care atomi și radicali formează compuși specifici. Creierul din spatele primului congres internațional de chimie, August Kekulé, a încercat să meargă mai departe. El a încurajat oamenii de știință să

înțeleagă structura chimică. Chimia prezentului și biologia moleculară se bazează pe cunoașterea felului în care atomii și moleculele sunt aranjați într-o anumită substanță: unde se așază toate și formele pe care le alcătuiesc. Ar fi imposibil să se studieze noi medicamente fără această înțelegere, iar Kekulé a fost pionier în acest domeniu. El a povestit despre un vis în care văzuse un lanț de atomi de carbon încolăcit în jurul lui, ca un șarpe care își mușcă coada. Această imagine a inspirat una dintre cele mai mari descoperiri ale sale: benzenul, compusul de hidrogen și carbon, are o structură inelară asemănătoare. Radicalii sau elementele pot fi adăugate în diferite puncte în jurul inelului, idee foarte importantă pentru progresul chimiei organice.

Dar visele sunt ceva. Munca laborioasă e cu totul altceva. Kekulé a petrecut multe ore în laborator, experimentând. A făcut lumină în chimia organică – chimia compușilor de carbon – și a învățat întreaga lume a chimiei cum să îi clasifice în familiile lor naturale. Era fascinat de flexibilitatea carbonului de a se combina cu alte substanțe. Gazul metan, folosit pe scară largă pentru încălzire și iluminat, era CH_4 , un atom de carbon și patru atomi de hidrogen. Doi atomi de oxigen se puteau combina cu un atom de carbon, rezultând CO_2 , dioxidul de carbon. Faptul că aceste preferințe nu erau bătute în cuie a fost demonstrat prin aceea că oxigenul și carbonul se puteau combina ca doi atomi unici, formând monoxidul de carbon CO , un gaz mortal.

Chimiștii au venit cu un termen pentru aceste tipare de combinare: valență. Aceasta putea fi dedusă din poziția fiecărui element în tabelul lui Mendeleev. Au speculat asupra rațiunilor pentru care lucrurile stăteau astfel. Dar înțelegerea reală a venit abia odată cu descoperirea de către fizicieni a structurii interne a atomului și a electronului. Electronul leagă atomul chimiștilor cu atomul pe care îl studiau fizicienii, iar următorul capitol va spune exact această poveste.

Capitolul 30. Despre atom



Chimiștilor le plăcea atomul. El era cel care intra în reacții chimice. Avea poziții definite în compuși. Avea proprietăți care erau definite în linii mari de locul pe care-l ocupa în tabelul periodic. Fiecare atom are o tendință proprie

de a fi fie pozitiv, fie negativ în relație cu alți atomi și de a avea tipare de combinare numite valențe. Chimiiștii apreciau și diferența dintre un atom singur și grupurile de atomi din molecule (mai mulți atomi legați împreună). Și-au dat seama că, deși cei mai mulți atomi erau mulțumiți să existe ca atomi unici, unii – hidrogenul și oxigenul, de exemplu – existau în mod natural în formă moleculară (H_2 sau O_2). Greutatea relativă a atomilor, cu cea a hidrogenului mereu 1, era și ea măsurată cu o tot mai mare acuratețe.

Totuși nimic din toate acestea nu a oferit chimiștilor informații extinse despre structura internă a atomilor. Au descoperit că puteau manipula atomii în laboratoarele lor, dar nu puteau spune prea multe despre ce erau de fapt aceste unități de materie.

Într-o mare parte a secolului al XIX-lea, fizicienii au fost mai interesați de alte lucruri: cum se conserva energia, cum se puteau măsura electricitatea și magnetismul, care este natura căldurii și de ce se comportă gazele în felul în care o fac. Teoria fizicienilor despre gaze, numită teoria cinetică, implica și analiza atomilor și a moleculelor. Dar fizicienii, ca și chimiștii, erau de acord că, deși teoria atomilor era foarte folositoare în explicarea a ceea ce este văzut și măsurat, natura reală a atomilor era dificil de înțeles.

Primul semn că atomii nu erau doar cele mai simple unități de materie venea odată cu memorabila descoperire a uneia dintre componentele sale, electronul. Experimentele arătasera deja că atomii puteau avea încărcături electrice, întrucât curentul electric trecut printr-o soluție atrăgea o parte din atomi la polul negativ și pe ceilalți, la polul pozitiv. Fizicienii nu erau foarte siguri că proprietățile electrice ale atomului jucau vreun rol în reacțiile chimice. Dar le-au măsurat încărcăturile electrice și au descoperit că au ajuns la unități definite. În 1894, aceste unități au fost numite „electroni”, imediat după ce J.J. Thomson (1856–1940) de la Cambridge a început să folosească tubul catodic în activitatea sa experimentală.

Tubul catodic este destul de simplu. Dacă te gândești bine, e chiar uimitor că ceva atât de simplu a putut începe să ne dea informații despre structura fundamentală a atomului și a universului. Din acest tub s-a scos cea mai mare parte a aerului pentru a se crea un vid parțial, iar la fiecare capăt a fost introdus câte un electrod. Când prin tub este trecut un curent electric, se întâmplă tot felul de lucruri interesante, inclusiv se produc raze (radiații).

Radiațiile sunt un flux de energie sau de particule, iar cele din tubul catodic sunt făcute, în principal, din particule rapide, încărcate. Thomson și colegii săi de la Cavendish Laboratoires au început să măsoare încărcătura electrică și greutatea câtorva dintre aceste radiații. Au încercat să stabilească ce legătură există între aceste două măsurători. În 1897, Thomson a sugerat că aceste raze erau fluxuri de particule subatomice încărcate: bucăți de atomi. El a estimat că aceștia nu cântăreau decât o mică fracție din cel mai ușor atom, hidrogenul. Au durat câțiva ani până ce fizicienii au fost de acord că Thomson descoperise într-adevăr electronul și că acesta era unitatea de încărcătură electrică pe care el și ceilalți o măsurau de ceva vreme.

Așadar atomii au electroni. Ce altceva mai au? Răspunsul vine treptat, de la rezultatele mai multor experimente cu tubul catodic. Vacuumul din acest tub s-a mai perfecționat, iar prin interior se putea trece un curent electric mai puternic. Printre cei care exploatau aceste evoluții ale tehnicii era și un student al lui Thomson, colaborator și apoi succesor al lui la Cavendish Laboratoires din Cambridge, neozeelandezul Ernest Rutherford (1873–1937). La sfârșitul anilor 1890, Thomson și discipolul său au identificat două tipuri diferite de raze emenate de uraniu, un element care va dobândi o tot mai mare importanță pentru fizică.

Una dintre razele de uraniu putea fi îndoită în câmp magnetic; cealaltă, nu. Neștiind ce erau, Rutherford le-a numit simplu raze „alfa” și „beta”, adică A și B în greacă. Numele au rămas. Rutherford a continuat decenii la rând să facă experimente cu cele două raze ciudate. S-a dovedit că nu numai uraniul, ci un întreg grup de elemente emiteau raze. Aceste elemente au provocat mare entuziasm la începutul secolului XX și au rămas foarte importante până în ziua de azi. Vorbim despre elementele „radioactive”, dintre care cele mai cunoscute sunt uraniul, radiul și toriul. Când oamenii de știință au început să le investigheze caracteristicile speciale, au aflat lucruri cruciale despre structura atomică.

„Raza” alfa era fundamentală (uneori este numită „particula” alfa, dar de multe ori diferențele se estompează în foarte mica și rapida lume a fizicii atomice). Rutherford și colegii săi le-au îndreptat către niște foi foarte subțiri, metalice, și au măsurat rezultatele. Evident, particulele au trecut prin foile de tablă. Dar din când în când au ricoșat. Imaginați-vă surprinderea lui Rutherford când a analizat rezultatele experimentului. Ar fi fost ca și când ar

fi tras cu un tun de artilerie grea într-o foaie de hârtie și s-a trezit că ghiuleaua a ricoșat înapoi la el. Ceea ce zicea experimentul era că particulele alfa întâlneau o zonă foarte densă a atomilor care alcătuiau foaia metalică. Această zonă era nucleul atomilor. Experimentele sale au arătat că cea mai mare parte a atomilor era reprezentată de spațiu gol și de aceea majoritatea razelor alfa treceau direct prin ei. Dar numai când loveau masa cu densitate mare a acestui nucleu central ele ricoșau. Mai multe experimente au arătat că nucleul este încărcat pozitiv. Fizicienii au început să mai bănuiască ceva: încărcătura pozitivă a nucleului era probabil echilibrată de sarcinile negative ale electronului, iar electronul se învâрте în jurul nucleului, în spațiul gol vast din jurul acestuia.

Astăzi, Rutherford este considerat întemeietorul fizicii nucleare. În 1908 a câștigat Premiul Nobel pentru Chimie pentru descoperirile sale. Aceste premii poartă numele suedezului care le-a înființat. Au devenit cea mai înaltă distincție în domeniul științei imediat după apariția lor în 1901 și câștigarea unui astfel de premiu rămâne scopul tuturor oamenilor de știință ambițioși. Rutherford a fost bun și la găsirea unor studenți și colaboratori remarcabili, iar mulți dintre ei au câștigat și ei Premiul Nobel.

Niels Bohr (1885–1962) din Danemarca, a fost unul dintre aceștia. El a preluat ideea lui Rutherford, că masa atomului este aproape toată comprimată în nucleu, și i-a aplicat un instrument nou și foarte interesant numit fizică „cuantică”; astfel, în 1913 el a elaborat ceva care poartă numele de „atomul Bohr”. Acesta era un model care vizualiza ce se petrecea înăuntrul atomului, folosind cea mai bună informație de care dispunea știința la acea dată. Presupunea că un atom avea o structură asemănătoare cu aceea a sistemului nostru solar, cu soarele/nucleul în mijloc și planetele/electronii învârtindu-se în jurul lui pe orbite. În modelul lui Bohr, greutatea nucleului încărcat pozitiv dă atomului greutatea atomică, prin urmare și locul în tabelul periodic al elementelor. Nucleul era făcut din protoni încărcăți pozitiv. Cu cât mai greu era atomul, cu atât mai mulți protoni existau în nucleu. Numărul de protoni și de electroni era egal, astfel încât atomul, ca întreg, să fie neutru din punct de vedere electric. Electronii se învâртеau în jurul nucleului pe orbite diferite; aici intervine partea „cuantică”. Una dintre părțile sclipitoare din întreg pachetul de idei pe care oamenii de știință l-au botezat „fizica cuantică” era ideea că în natură lucrurile sunt prezente în pachete individuale, definite („cuanta”). (Povestea cuantelor o veți găsi în

Capitolul 32.) Aceste lucruri pot fi masă, energie sau orice altceva vă interesează. În modelul lui Bohr, electronii orbitează în stări cuantice diferite, individuale. Electronii mai apropiați de nucleu sunt atrași mai puternic de acesta. Cei mai îndepărtați au o legătură mai slabă cu nucleul, iar acești electroni sunt dispuși să participe la reacții chimice sau să genereze electricitate ori magnetism.

Poate toate acestea par destul de dificile; ei bine, chiar sunt. Bohr știa asta. Dar mai știa și că modelul său le permitea fizicienilor și chimiștilor să vorbească aceeași limbă. Se întemeia pe experimente făcute de fizicieni, dar mergea mult mai departe, permițând chimiștilor să explice ceea ce observau în laboratoarele lor. Mai ales ajuta la a explica de ce elementele din tabelul periodic se comportă așa cum o fac, cu diferitele lor modele de combinare sau valențe. Cei care se combinau solitar procedau astfel pentru că aveau un singur electron „liber“. Alții aveau alte modele datorită numărului de electroni „liberi“ pe care-i aveau. Modelul său de atom a devenit simbol pentru știință, chiar dacă astăzi știm că atomul este mult mai complicat decât și-a imaginat vreodată Bohr.

S-au ridicat astfel tot felul de întrebări noi. Mai întâi, cum e posibil ca protonii încărcăți pozitiv să coexiste într-un spațiu atât de mic cum este nucleul unui atom? Când vorbim despre sarcina electrică, cele asemănătoare se resping și cele opuse se atrag (ca doi magneti). Așadar de ce protonii nu se resping reciproc și de ce electronii nu sunt absorbiți în nucleu? În al doilea rând, cel mai ușor atom cunoscut era hidrogenul, așadar să presupunem că hidrogenul, cu masa lui atomică 1, constă dintr-un singur proton și un electron aproape lipsit de greutate. În aceste condiții, pare rezonabil să presupunem că protonul are o masă atomică de 1. Dacă e așa, atunci de ce masa atomică a atomilor din tabelul periodic nu urcă în flux constant: 1, 2, 3, 4, 5 și așa mai departe?

Răspunsul la prima întrebare avea să aștepte până ce mecanica cuantică urma să se dezvolte mult mai mult. A doua problemă, despre salturile din secvența greutăților atomice, va fi rezolvată mult mai curând de un alt coleg al lui Rutherford de la Cambridge, James Chadwick (1891–1974). În 1932, Chadwick a anunțat rezultatele experimentelor sale de bombardare. Încă de la Rutherford, această metodă fusese un instrument vital pentru fizicienii preocupați de structura atomului. Chadwick a trimis fluxuri de particule alfa

spre metalul său preferat, beriliu. A descoperit că uneori beriliul emite o particulă cu o greutate atomică de 1, dar fără nici o încărcătură. A folosit numele lui Rutherford pentru particulă – neutron –, dar în scurtă vreme a fost limpede că nu era o simplă combinație dintre un proton și un electron, așa cum crezuse Rutherford, ci o particulă fundamentală a naturii. Neutronul era un fel de verigă lipsă pentru fizicieni, explicând ciudata greutate atomică și pozițiile din tabelul periodic. Reprezentarea lui Mendeleev a elementelor pământului își dovedea în continuare valoarea și importanța de a inventaria elementele fundamentale ale planetei. Neutronul lui Chadwick a condus la descoperirea izotopilor. Uneori, atomii aceluiași element au greutăți atomice diferite dacă au un număr diferit de neutroni, care sunt aceste particule neutre din nucleul atomului. Până și hidrogenul poate avea, ocazional, o greutate atomică de 2 în loc de 1, când are un neutron alături de singurul lui proton. Chadwick a câștigat Premiul Nobel pentru descoperirea neutronilor și a ceea ce puteau face aceștia abia la trei ani după ce îi găsise.

Neutronul era un instrument puternic pentru bombardarea nucleilor altor atomi. Cum nu avea o sarcină electrică pozitivă sau negativă, nu era respins în mod natural de nucleul atomic greu, pozitiv, cu aglomerarea lui de protoni. Chadwick a observat acest lucru și a văzut că, dacă doreai să spargi atomii, era necesară o mașină care să-i poată accelera la viteze și energii înalte: un ciclotron sau un sincrotron. Acestea folosesc câmpuri magnetice foarte puternice pentru a propulsa atomii și particulele lor la o viteză aproape similară cu cea a luminii. Ca să poată face o astfel de cercetare, Chadwick a plecat de la Cambridge la Universitatea din Liverpool, pentru că acolo i s-au acordat fonduri pentru a construi un ciclotron. Acolo a văzut că zdrobirea unor neutroni cu viteză mare în atomi grei, cum ar fi uraniul, putea genera energii teribile. Dacă astfel de energii puteau fi controlate, puteau declanșa o reacție în lanț care să conducă la un rezultat fabulos: „fisiunea“ atomică, spargerea atomului. Bombele atomice care au fost făcute și folosite în al Doilea Război Mondial vor fi rezultatul acestei activități, iar Chadwick a fost liderul proiectului britanic.

Mulți au crezut că descoperirea neutronului de către Chadwick rezolva problema structurii atomilor (elementele fundamentale ale universului). Dar se înșelau. Mai erau de descoperit multe alte surprize. Totuși înțelegerea elementară a electronului, a protonului și a neutronului a implicat fizica și mai multe unde și particule cum ar fi razele alfa, beta și gamma. Dar

fizicienii trebuiau să înțeleagă și alte fenomene misterioase, cum ar fi razele X, precum și natura schimburilor din acele mici pachete numite cuante. Fizica nucleară și fizica cuantică – acestea au fost domeniile fizicii din avangarda cunoașterii o mare parte din secolul XX.

Capitolul 31. Radioactivitate



V-ați rupt vreodată un os sau ați înghițit ceva din greșeală? Dacă da, probabil că ați făcut o investigație imagistică cu raze X, astfel încât un doctor să vadă ce se întâmplă în corpul vostru fără a fi nevoit să facă o intervenție

chirurgicală. Astăzi, razele X sunt o investigație de rutină. Dar la sfârșitul secolului al XIX-lea erau o senzație. Razele X au fost primul tip de radiație care a fost îmblânzită, asta chiar înainte ca radiațiile să fie întru totul înțelese. Radioactivitatea și bombele atomice au apărut mai târziu.

În Germania, razele X sunt numite uneori „raze Röntgen“, după Wilhelm Röntgen (1845–1923). Nu el a fost primul care le-a sesizat puterea, dar a fost primul care și-a dat seama ce văzuse. De multe ori așa e știința: nu e suficient să vezi, trebuie să și înțelegi la ce anume te uiți.

În anii 1890, Röntgen, alături de mulți alți fizicieni (vă amintiți de J.J. Thomson?) lucrau cu tubul catodic cu raze. Pe 8 noiembrie 1893 a observat că o placă fotografică, aflată la ceva distanță de tubul său catodic, a fost în mod misterios expusă. Era acoperită cu hârtie neagră și, la acea vreme, oamenii de știință credeau că razele catodice nu au efect la o distanță atât de mare. Următoarele șase săptămâni a încercat să își dea seama ce se întâmplase. Și alți oameni de știință observaseră aceleași lucruri, dar nimeni nu a făcut nimic. Röntgen a descoperit că mergeau în linie dreaptă și nu erau afectate de câmpurile magnetice. Spre deosebire de lumină, nu puteau fi reflectate și nici îndoite de o lentilă de sticlă. Dar puteau pătrunde prin materiale solide, inclusiv prin mâna soției sale! Ea a fost cea care a pozat pentru prima imagine cu raze X: verigheta doamnei era perfect vizibilă, alături de oasele degetelor. Neștiind exact ce erau aceste raze, le-a botezat simplu „raze X“. După șase săptămâni de muncă asiduă, a spus lumii despre această descoperire.

Razele X au devenit un succes imediat. Utilitatea lor medicală a fost instantaneu recunoscută, mai ales pentru diagnosticarea oaselor rupte, localizarea gloanțelor sau a altor lucruri care în mod normal nu ar avea ce căuta în corpul uman. Puține lucruri au fost acceptate atât de repede de marele public. Lenjeria „rezistentă la raze X“ a apărut în scurtă vreme pe piață. Fizicienii au dezbătut despre natura precisă a acestor raze. După mai bine de un deceniu de cercetări, razele X au fost recunoscute ca radiații cu o lungime de undă neobișnuit de scurtă și cu energie înaltă. Chiar din perioada de început, cei care lucrau în laboratoare au observat că aceste raze puteau vătăma pielea, provocând arsuri, așa că încă din 1896 au încercat să le folosească pentru a distruge celulele canceroase. A durat o vreme până ce lumea și-a dat seama cât de periculoase erau și mulți dintre cercetătorii de la

Început au murit din cauza otrăvirii cu radiații sau din cauza unui cancer al sângelui numit leucemie. Razele X puteau și cauza cancer, dar puteau și să lupte împotriva acestuia.

În timp ce Röntgen lucra cu razele X, în Franța era descoperită o altă formă de radiație: radioactivitatea. Henri Becquerel (1852–1908) studia fluorescența, adică felul în care strălucesc unele substanțe sau emit în mod natural lumină. Pentru aceasta a folosit un compus de uraniu. Când a descoperit că acest compus afectează placa fotografică la fel ca razele X, a presupus că descoperise o altă sursă a acestor raze misterioase. Dar în 1896 Becquerel a aflat că razele sale nu se comportau ca acelea ale lui Röntgen. Era un tip diferit de radiație, fără efectele evident spectaculoase ale razelor X care puteau „vedea” prin haine sau prin piele, dar meritau o cercetare atentă.

La Paris, provocarea a fost acceptată de faimosul cuplu de fizicieni Pierre și Marie Curie (1859–1906; 1867–1934). În 1898, soții Curie au obținut o mulțime de uraninit, un fel de smoală nerafinată care conținea ceva uraniu. În timp ce extrăgeau uraniul relativ pur, radioactivitatea le-a ars puternic mâinile. Au descoperit și alte două elemente radioactive noi, pe care le-au numit toriu și poloniu (ultimul după Polonia natală a lui Marie). Cum aceste elemente aveau trăsături asemănătoare cu ale uraniului, oamenii de știință din întreaga lume s-au înghesuit să descopere mai multe despre radiațiile lor puternice. Acestea erau raze beta (fluxuri de electroni); raze alfa (despre care Rutherford demonstrase în 1899 că sunt atomi de heliu fără electroni, așadar cu încărcătură pozitivă); și raze gamma (tot fără încărcătură electrică, dar dovedite ulterior a fi radiații electromagnetice similare razelor X). Soții Curie au fost cu adevărat eroici în dedicarea lor pentru știință. După ce Pierre a murit într-un accident, Marie a continuat munca, deși avea doi copii mici de crescut.

Străvechea promisiune a alchimiei, de a vedea cum un element se preschimbă în altul, era acum aproape împlinită prin descoperirea radioactivității. Aproape, pentru că visul alchimiștilor fusese să transforme plumbul sau alt metal de bază în aur; ce făcea radioactivitatea era să preschimbe uraniul, un metal valoros, într-unul de bază! Tot era ceva. Natura putea face ceea ce alchimiștii abia dacă îndrăzniseră să viseze.

La fel ca razele X, radioactivitatea are o mare utilitate medicală. Radiul, un alt element radioactiv descoperit de Marie Curie, era cu precădere prețuit. Razele lui puteau omorî celulele canceroase. Dar, la fel ca razele X, radioactivitatea putea și să provoace cancer. Mulți dintre cei care au lucrat la începuturi cu ea au murit de cancer, inclusiv Marie Curie, asta înainte de a se stabili niște norme de protecție adecvate. Fiica ei, Irène, a câștigat Premiul Nobel pentru activitatea desfășurată în același domeniu, dar a murit devreme din cauza leucemiei care îi ucisese și mama.

Uraniul, toriul, poloniul și radiul sunt elemente natural radioactive. Ce înseamnă acest lucru? Elementele radioactive sunt, după cum spun fizicienii, „grele“. Nucleul lor este foarte condensat, ceea ce le face instabile. Instabilitatea aceasta este cea pe care o detectăm ca raze radioactive. A fost numită „descompunere radioactivă“, pentru că, atunci când se pierdeau particule, elementul se descompunea literalmente, devenind unul diferit și ocupând un alt loc în tabelul periodic. Studiarea atentă a acestei descompuneri a continuat munca vitală de completare a golurilor din tabelul periodic al elementelor.

Oferea și o modalitate neprețuită de a data evenimentele din istoria Pământului. Rutherford a fost un pionier și în acest domeniu, sugerând încă din 1905 că tehnica ar putea ajuta la stabilirea vârstei planetei noastre. Fizicienii au calculat de cât timp ar avea nevoie jumătate din atomii dintr-un element natural radioactiv (uraniul, de pildă) să se descompună în produsele de bază, adică versiunea diferită a acestui element (plumbul, în exemplul nostru). Această perioadă a fost numită perioada de înjumătățire a elementului. Aceste perioade de înjumătățire a elementelor pot varia de la câteva secunde la câteva milioane de ani. Odată ce aceste date erau cunoscute, oamenii de știință puteau data un eveniment uitându-se într-o fosilă sau într-o piatră (orice probă obținută din natură) ca să vadă cât de mult din elementul original și cât din cel descompus se aflau în ea. Proporția acestor două elemente le spunea vârsta probei. O formă neobișnuită de carbon este radioactivă, iar perioada de înjumătățire poate fi folosită pentru a data rămășițele fosilizate ale animalelor și plantelor odinioară vii. Toate lucrurile vii au nevoie de carbon de-a lungul vieții. Când mor, această nevoie încetează. Așadar măsurarea cantității de carbon radioactiv în fosile furnizează data formării lor. Datările radiometrice folosesc aceleași principii ca datarea pietrelor, ceea ce oferă cadre temporale mult mai mari. Tehnica a

transformat studiul fosilelor, pentru că acum nu mai sunt doar mai noi sau mai vechi; le cunoaștem vârsta aproximativă.

Fizicienii au văzut imediat enorma cantitate de energie implicată în emisiile radioactive. Elementele natural radioactive ca uraniul și formele radioactive ale elementelor comune precum carbonul sunt cu adevărat de temut. Dar când atomii sunt bombardați cu neutroni sau particule alfa, multe elemente pot fi determinate să emită energie radioactivă pe cale artificială. Asta arată cât de multă energie este înmagazinată în nucleul atomului. Descoperirea felului în care poate fi folosită această energie a fost principalul scop al multor fizicieni în ultima sută de ani.

Când un atom este bombardat și determinat să expulzeze o particulă alfa din nucleu, atomul este „scindat” și transformat într-un alt element. Aceasta este fisiunea nucleară. Nucleul a pierdut doi protoni. Alternativa, fuziunea nucleară, apare când atomul absoarbe o particulă și își ocupă un loc nou în tabelul periodic al elementelor. Și fuziunea, și fisiunea eliberează energie. Posibilitatea unei fuziuni nucleare a fost demonstrată la sfârșitul anilor 1930 de către fizicieni germani și austrieci, printre care și Lise Meitner (1878–1968). Născută evreică, Meitner s-a convertit la creștinism, dar tot a trebuit să fugă din Germania nazistă în 1938. Ea a vorbit despre fuziunea a doi atomi de hidrogen pentru a forma un atom de heliu, următorul element din tabelul periodic. Prin studiul Soarelui și al altor stele, s-a dovedit că această conversie a hidrogenului în heliu este principala sursă de energie stelară. (Heliul a fost descoperit în Soare înainte de a fi găsit pe Pământ: atomii lui au lungimi de undă caracteristice când sunt examinați cu un instrument numit spectroscop.) Această reacție are nevoie de temperaturi foarte înalte, care în anii 1930 nu puteau fi obținute în laborator. Dar teoretic se putea face o bombă cu hidrogen (o bombă cu fuziune) care să elibereze o imensă cantitate de energie când explodează.

În anii 1930, alternativa – bomba atomică sau bomba cu fisiune – era mult mai la îndemână. Naziștii își continuau politica agresivă în Europa, iar războiul părea tot mai probabil. Oamenii de știință din mai multe țări, inclusiv Germania, lucrau în secret la pregătirea unor astfel de arme mortale. În acest context, cumplit spre războiul total, crucială a fost munca unui fizician italian, Enrico Fermi (1901–1954). Fermi și echipa lui au arătat că bombardarea atomilor cu neutroni „lenți” va produce mult dorita fisiune

nucleară. Neutronii lenți erau trecuți prin parafină (sau o substanță similară) în drum spre atomul-țintă. La această viteză redusă era mai probabil să nimerească nucleul și să producă scindarea. Fermi a părăsit Italia în 1938 ca să scape de regimul fascist, care simpatiza cu naziștii. S-a dus în Statele Unite, la fel cum au făcut mulți oameni de știință (și scriitori, artiști, gânditori) în acea perioadă. Astăzi, vorbim uneori despre „exodul intelectualilor“, ceea ce înseamnă că cele mai scilipitoare minți își părăsesc țările natale pentru condiții mai bune de muncă în alte țări: mai mulți bani, laboratoare mai mari, șansa de a duce viața pe care și-o doresc. La sfârșitul anilor 1930 și la începutul anilor 1940, oamenii fugeau pentru că erau dați afară de la serviciu și se temeau pentru viața lor. Naziștii și fasciștii au făcut multe lucruri cumplite. Au și schimbat fața științei, iar Marea Britanie și Statele Unite au câștigat cel mai mult din acest exod forțat al intelectualilor.

În SUA, mulți refugiați aveau să se alăture proiectului top-secret botezat „Manhattan“. Acesta a fost unul dintre cele mai costisitoare proiecte științifice din lume demarate vreodată, dar erau vremuri tot mai disperate. La sfârșitul anilor 1930, îmbunătățirea semnificativă a înțelegerii elementelor radioactive i-a convins pe mulți fizicieni că puteau crea o explozie nucleară. Dificultatea era controlarea acesteia. Unii credeau că avea să fie prea periculoasă: lanțul de reacții rezultat ar fi putut spulbera întreaga planetă. În 1939, când s-a declarat războiul, fizicienii din Marea Britanie și SUA credeau că fizicienii din Germania și din Japonia își vor continua munca la bomba atomică și că Aliații trebuiau să facă la fel. Mai mulți cercetători i-au scris președintelui american Franklin Roosevelt, rugându-l să autorizeze un răspuns al Aliaților. Printre ei era și Albert Einstein, cel mai cunoscut om de știință din lume, dar și refugiat din Germania nazistă.

Roosevelt a fost de acord. În diverse zone din Tennessee, Chicago și New York au fost coordonate multele componente ale acestui pas decisiv. Proiectul Manhattan se mișca în spatele liniilor militare. Oamenii de știință au încetat să își mai publice descoperirile. Au lăsat deoparte valorile fundamentale ale științei: deschiderea și împărtășirea informațiilor. Războiul a schimbat valorile umane. Secretul nu a fost împărtășit nici măcar cu Rusia comunistă, aliat-cheie al Statelor Unite și al Marii Britanii, dar care nu prezenta suficientă încredere pe tema bombelor atomice top-secrete. Spre 1945, eforturile Germaniei, Japoniei și Rusiei de a construi o bombă atomică nu ajunseseră prea departe, cu toate că unul dintre oamenii de știință de

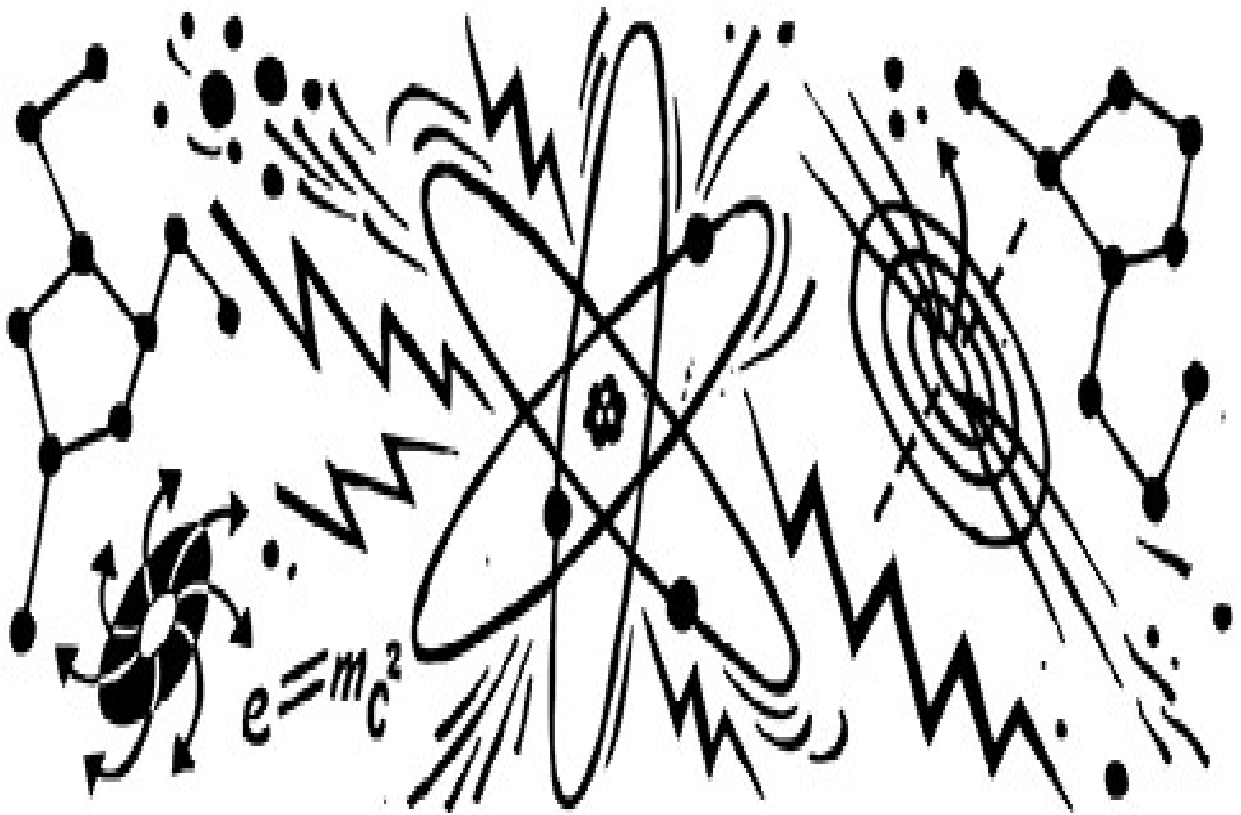
frunte din SUA alimenta în secret Rusia cu informații-cheie. Dar Proiectul Manhattan a produs două bombe. Una folosea uraniu, alta, plutoniu, un element radioactiv făcut de om. O bombă mică, de încercare, a fost detonată în deșertul american. A funcționat. Bombele erau gata de utilizare.

Germania s-a predat pe 8 mai 1945, așa că în Europa nu a fost lansată nici o bombă. Japonia își continua agresiunile în Pacific. Noul președinte american, Harry Truman, a ordonat ca bomba cu uraniu să fie lansată deasupra orașului japonez Hiroshima pe 6 august. A fost detonată prin ciocnirea a două bucăți de uraniu. Japonezii tot nu s-au predat. Truman a ordonat ca bomba cu plutoniu să fie lansată deasupra unui alt oraș japonez, Nagasaki, trei zile mai târziu. Această acțiune a pus capăt războiului. Bombele au omorât 300 000 de oameni, majoritatea civili, iar Japonia s-a predat. O lume întreagă a văzut uluitoarea putere a energiei nucleare. Lumea noastră se schimbă pentru totdeauna. Mulți dintre oamenii de știință care au făcut aceste arme de distrugere în masă erau conștienți că realizările lor puseseră capăt unui război teribil, dar în egală măsură erau îngrijorați de ceea ce creaseră.

Incredibila putere a energiei atomice este la fel de importantă și în ziua de azi. Și la fel de periculoasă. Neîncrederea dintre Rusia și SUA a continuat și după al Doilea Război Mondial, transformându-se în „Războiul Rece“. Ambele țări și-au făcut depozite de arme atomice sau nucleare. Din fericire, nu au fost folosite încă și, cu toate că stocurile s-au diminuat în timp, grație acordurilor, numărul națiunilor care dețin arme atomice a crescut.

Fizica învățată în timpul Proiectului Manhattan a fost folosită și pentru a produce o eliberare de energie controlată. Puterea nucleară poate genera electricitate cu eliberarea a unei mici părți din gazele de seră produse prin arderea cărbunilor și a altor combustibili fosili. Dar pericolele de accidente și riscurile aduse de terorism i-au făcut pe mulți să se teamă de puterea nucleară, în ciuda beneficiilor ei. Puține lucruri din știința și tehnologia moderne ilustrează mai bine combinația de politică și valori sociale decât o face următoarea întrebare: ce ar trebui să facem cu cunoștințele noastre despre energia nucleară?

Capitolul 32. Cel care schimbă regulile jocului: Einstein



Albert Einstein (1879–1955) este faimos pentru șocantul lui păr alb și teoriile despre materie, energie, spațiu și timp. Și pentru ecuația $E=mc^2$. Ideile sale pot fi înfiorător de greu de înțeles, dar ne-au schimbat modul de a

gândi universul. A fost întrebat la un moment dat cum arată laboratorul său. În loc de răspuns, și-a scos stiloul din buzunar. Asta pentru că Einstein era un gânditor, nu un executant. Lucra mai curând la un birou sau în fața unei table decât la o masă de laborator.

Totuși avea nevoie de acel gen de informații care puteau fi obținute prin experimente și așa a ajuns să se bazeze în special pe munca fizicianului german Max Planck (1858–1947). Planck era un gânditor, dar și un experimentator. Avea în jur de 40 de ani când a făcut descoperirea sa cea mai importantă, în timp ce lucra la Universitatea din Berlin. În anii 1890 a început să lucreze la becuri, încercând să vadă cum se puteau obține becuri care să dea maximum de lumină cu un consum minim de electricitate. În experimentele sale a folosit ideea de „corp negru“, un obiect ipotetic care absoarbe toată lumina orientată spre el, fără a o reflecta înapoi. Gândiți-vă cât de tare vă înfierbântați când purtați un tricou negru în soare și cât de răcoros este unul alb: haina neagră absoarbe energia de la lumina solară. Așadar energia care vine odată cu lumina este absorbită de corpul negru. Dar cum el nu poate depozita toată această energie, cum reușește corpul negru să o trimită în exterior?

Planck știa că această cantitate de energie absorbită depinde de lungimea de undă specifică (frecvența) luminii. A măsurat foarte atent energia și lungimea de undă și le-a pus într-o ecuație matematică: $E = hv$. Energia (E) este egală cu frecvența lungimii de undă (v) înmulțită cu un număr invariabil (o „constantă“ – h). În această ecuație, puterea debitată la ieșire și măsurată de Planck era întotdeauna un număr întreg, nu o fracție. Acesta era un lucru foarte important, pentru că un număr invariabil însemna că energia vine în mici pachete individuale. A numit aceste pachete „cuante“, care înseamnă cantitate. Și-a publicat lucrarea în 1900, prezentând ideea de cuante noului secol. De atunci, fizica și felul în care înțelegem lumea în care trăim nu au mai fost niciodată la fel. În memoria fizicianului, numărul invariabil (h) a fost numit „constanta lui Planck“. Ecuația lui s-a dovedit a fi la fel de importantă ca mai faimoasa $E = mc^2$ a lui Einstein.

Fizicienii au avut nevoie de ceva vreme pentru a aprecia semnificația reală a experimentelor lui Planck. Einstein a fost cel care și-a dat imediat seama ce însemnau. În 1905, când lucra ca funcționar la Oficiul de Brevete din Zürich, se ocupa de fizică în timpul liber. În anul acela a publicat trei lucrări care i-

au adus faima. Prima, cu care a câștigat Premiul Nobel în 1921, ducea descoperirea lui Planck la un alt nivel. Einstein s-a gândit mult la radiația corpului negru al lui Planck și a schițat o nouă abordare. După multă gândire, a demonstrat – printr-un șir de calcule geniale – că lumina era într-adevăr transmisă în mici pachete de energie. Aceste pachete se mișcau independent unul de celălalt deși împreună constituiau o undă. Era o afirmație uluitoare, dat fiind că fizicienii, de la Thomas Young încoace (adică în urmă cu un secol), analizaseră lumina într-o serie de situații experimentale ca și cum ar fi fost o undă continuă. În general se și comporta astfel, dar iată că acest tânăr și încă obscur funcționar dintr-un birou de patente spunea că lumina putea fi o particulă – un foton sau o cuantă de lumină.

Următoarea lucrare, cea din 1905, a fost la fel de revoluționară. Aici a prezentat teoria relativității, care a demonstrat că orice mișcare e relativă, adică poate fi măsurată numai în relație cu altceva. Este o teorie foarte complicată, dar poate fi explicată destul de simplu dacă vă folosiți imaginația. (Einstein avea excepționala capacitate de a analiza datele cunoscute și de a explora, în gând, ce s-ar întâmpla dacă...?) Imaginați-vă un tren care iese din gară. În mijlocul unuia dintre vagoane este un bec care pâlpâie, se tot stinge și se aprinde, trimițând câte o rază de lumină înainte și înapoi exact la același moment, rază care este reflectată în oglinzile aflate la ambele capete ale vagonului. Dacă stați exact în mijlocul vagonului, veți vedea că lumina se întoarce din ambele oglinzi exact în același timp. Dar dacă cineva stă pe peron când trece trenul, va vedea flash-urile unul după altul. Deși ambele flash-uri ciocnesc oglinzile simultan, trenul se mișcă înainte, așa că de pe peron veți vedea licărul de la oglinda îndepărtată (cea din fața vagonului) înainte de a vedea licărul din oglinda mai apropiată (cea din spate). Așadar, deși viteza luminii rămâne aceeași, momentul când este văzută este diferit și depinde de – sau mai curând este relativ la – faptul dacă observatorul se mișcă sau stă pe loc. Einstein susține (cu ajutorul câtorva ecuații complicate, desigur) că timpul e o dimensiune fundamentală a realității. De acum înainte, fizicienii vor trebui să gândească nu numai în termenii celor trei dimensiuni familiare ale spațiului – lungime, lățime și înălțime –, ci și în termeni de timp.

Einstein a demonstrat că viteza luminii este constantă, indiferent dacă se mișcă dinspre noi sau spre noi. (Viteza sunetului e diferită și de aceea fiecare

tren se aude diferit, după cum se apropie sau se îndepărtează de noi.) Prin urmare, relativitatea din „teoria specială a relativității” nu se aplică acestei viteze constante a luminii. În schimb, relativitatea apare la nivelul observatorului și în faptul că timpul trebuie inclus. Timpul nu este absolut, ci relativ. Se schimbă cu cât ne mișcăm mai repede – și la fel fac ceasurile care înregistrează acest lucru. Există o poveste despre o astronaută care a călătorit cu o viteză apropiată de aceea a luminii și când s-a întors pe Pământ a observat că timpul trecuse. Toți cunoscuții îmbătrâniseră și muriseră. Ea însă nu era cu mult mai în vârstă decât în momentul plecării, dar, cum ceasul ei stătuse, nu își dăduse seama cât timp fusese plecată. (Acesta este un experiment imaginar și nu se poate întâmpla decât în povești science-fiction.)

Ca și cum toate acestea nu ar fi fost suficiente, faimoasa ecuație a lui Einstein $E = mc^2$ aducea laolaltă masa (m) și energia (E) într-un mod cu totul inedit. Viteza luminii este c . Ceea ce demonstra el de fapt era că masa și energia sunt două aspecte ale materiei. Cum viteza luminii este un număr foarte mare, iar la pătrat e și mai mare, asta înseamnă că fie și o cantitate mică de masă, dacă este complet transformată în energie, va rezulta foarte multă energie. Dacă masa corpului vostru ar fi complet transformată în energie, ar avea forța a 15 bombe mari cu hidrogen. Nu încercați experimentul totuși.

În următorii câțiva ani, Einstein și-a extins aria de cercetare, iar în 1916 a venit cu un cadru general mai larg pentru univers. Acesta a fost „teoria generală a relativității”. Ea introduce ideile sale despre relația dintre gravitație și accelerație și structura spațiului. A demonstrat că accelerația și gravitația erau de fapt echivalente. Imaginați-vă că sunteți într-un lift și scăpați un măr din mână; acesta va cădea pe podeaua liftului. Acum, dacă scăpați mărul exact în momentul în care cineva taie cablurile liftului, veți cădea odată cu mărul. Acesta nu se va mișca în raport cu voi, doar că veți cădea împreună. Vă puteți întinde în orice moment și lua mărul. Acesta nu va atinge niciodată podeaua liftului câtă vreme liftul (și voi) continuați să cădeți. Asta se întâmplă, desigur, în spațiu, când astronauții și nava lor sunt practic în cădere liberă.

Teoria generală a relativității demonstrează că spațiul sau, mai curând, spațiul-timp este curbat. Face predicții despre mai multe lucruri extrem de

stranii pe care fizicienii nu reușeau să le explice. Sugerează că lumina ar fi ușor înclinată când trece pe lângă un corp mare. Se întâmpla astfel pentru că lumina (făcută din fotoni) are masă, iar corpul mai mare va exercita o atracție gravitațională asupra masei luminii. Măsurătorile din timpul unei eclipse de Soare au arătat că exact asta se întâmplă. Teoria lui Einstein explica de asemenea și ciudatele trăsături ale orbitei planetei Mercur în jurul Soarelui pe care legile gravitației ale lui Newton, mai puțin complexe, nu le putuseră lămuri.

Einstein a lucrat cu lucruri foarte mici (minusculi fotoni de lumină) și foarte mari (universul însuși). A oferit o cale foarte convingătoare de a le aduce laolaltă. Prin aceasta a contribuit la teoria cuantică, dar și-a prezentat și propriile idei despre relativitate. Aceste idei și matematica din spatele lor au ajutat la definirea felului în care fizicienii gândeau despre ceea ce este minuscul și ceea ce e foarte vast. Dar Einstein nu aproba toate direcțiile noi în care o lua fizica. Nu și-a pierdut niciodată credința că universul (cu atomii, electronii și celelalte particule ale lui) este închis într-un sistem cauză-efect. El a zis faimoasele cuvinte: „Dumnezeu nu joacă zaruri“. Ceea ce înseamnă că lucrurile se întâmplă întotdeauna după tipare regulate, predictibile. Nu toată lumea a fost de acord și mulți fizicieni care au preluat ideile cuantice ale lui Planck au venit cu alte idei.

Electronul era elementul central în multe dintre lucrările timpurii despre cuante. În Capitolul 30 am explicat modelul atomului cuantic al lui Niels Bohr din 1913. Avea electroni în orbite fixe, cu energii definite care zbârnâiau în jurul nucleului central. S-a lucrat foarte mult încercându-se explicarea acestor relații în mod matematic. Dar matematica obișnuită nu a funcționat. Pentru a rezolva această problemă, fizicienii au apelat la matematica matricială. În matematica obișnuită, 2×3 este același lucru cu 3×2 . În matematica matricială, nu e întotdeauna așa, iar aceste instrumente speciale au permis fizicianului austriac Erwin Schrödinger (1887–1961) să-și dezvolte noua ecuație în 1926. Ecuațiile sale de undă descriau comportamentul electronilor pe orbitele exterioare ale atomilor. Acesta a fost începutul mecanicii cuantice. Făcea pentru lucrurile minuscule ceea ce făcuse Newton pentru cele foarte mari. Ca mulți alți fizicieni care au schimbat lumea la începutul secolului XX, și Schrödinger a fost nevoit să fugă de naziști. Și-a petrecut anii războiului la Dublin. După cum știm, Einstein s-a dus în Statele Unite.

Ecuatiile de undă ale lui Schrödinger au adus puțină ordine în imaginea de ansamblu. Apoi Werner Heisenberg (1901–1976) a venit cu „principiul incertitudinii” din 1927. Principiul era parțial filosofic, parțial experimental. Heisenberg a afirmat că simplul fapt de a experimenta cu electronii îi schimbă; aceasta limitează ceea ce putem ști. Putem cunoaște starea unui electron la un moment dat (masa înmulțită cu viteza lui) sau poziția lui, dar nu ambele. Einstein (printre alții) a fost îngrozit de această idee și a început să lucreze la respingerea principiului incertitudinii. Dar nu a putut. Einstein și-a recunoscut înfrângerea. Până acum, acest principiu rămâne intact: pur și simplu există limitări ale cunoașterii noastre despre lucrurile minuscule.

Electronul a fost crucial și pentru Paul Dirac (1902–1984). Acest englez cu o gândire foarte complexă a fost considerat un fel de al doilea Einstein. Cartea lui despre mecanica cuantică a fost scrierea de referință în domeniu pentru aproape trei decenii. Ecuatiile sale despre activitățile cuantice ale atomilor și particulele subatomice au fost cel puțin geniale. Problema era că ecuațiile acestea aveau nevoie de o particulă stranie – un electron încărcat pozitiv – ca să funcționeze. Era ca și cum ai fi spus că era simultan materie și antimaterie. Ideea în sine de „antimaterie” era foarte ciudată, dat fiind că materia era substanța solidă din univers. În câțiva ani, căutarea unei asemenea particule a fost încununată cu succes și pozitronul a fost descoperit. Acest geamăn al electronului are o singură sarcină pozitivă. Combinat cu un electron, produce o explozie de energie și ambele particule dispar. Materia și antimateria se puteau anihila reciproc cât ai clipi.

Pozitronul le-a demonstrat fizicienilor că atomul este compus din mai mult decât dintr-un proton, un electron și un neutron. Aceste descoperiri profunde au fost analizate temeinic ulterior, după ce fizicienii au reușit să producă energie și mai mare pentru a examina atomii și particulele. „Examina” nu este poate cuvântul potrivit. Când lucrau cu energii mari, fizicienii nu puteau vedea direct și efectiv ce se întâmplă în experimentele lor. În schimb, vedeau pete pe un ecran de computer sau modificări în magnetismul ori în energia cadrelor lor experimentale. Dar bombele atomice, energia atomică și până și posibilitatea calculului cuantic sunt dovada că puterea și misterele naturii sunt reale, chiar dacă nu le putem vedea.

Cuanta de energie a lui Max Planck și descoperirea lui Albert Einstein că masa și energia sunt două aspecte ale aceluiași lucru – aceste descoperiri au

schimbat pentru totdeauna felul în care poate fi înțeles universul. Masă și energie; undă și particulă; timp și spațiu; natura s-a dovedit a fi „atât..., cât și...“, nicidecum „ori..., ori...“. Și dacă toate acestea ne ajută să explicăm structura atomilor și crearea universului, ne ajută și să ajungem noaptea acasă. Sateliții sunt atât de departe deasupra Pământului, încât Satnav trebuie să includă relativitatea specială. Dacă nu ar fi luată în calcul, ar exista toate șansele să vă rătăciți.

Capitolul 33. Continente în mișcare



Cutremurele sunt mortale și înspăimântătoare. Mortale din cauza distrugerii totale pe care o provoacă și înspăimântătoare pentru că pământul nu ar trebui să se clatine sub picioarele noastre. Și totuși asta face tot timpul, chiar dacă

de cele mai multe ori pe nevăzute și pe nesimțite. La fel ca și cea mai mare parte a științei, înțelegerea structurii Pământului înseamnă măsurarea părții nevăzute, nepercepute, și convingerea celorlalți că tu, ca om de știință, ai dreptate. Continentele și fundurile oceanelor chiar se mișcă sub picioarele noastre.

Ceea ce experimentăm noi, în viața noastră, din istoria Pământului, este un mic instantaneu, cel mai mic dintre momentele unui foarte îndelungat proces. Geologii beneficiază de tehnici științifice, dar trebuie să își folosească și imaginația, să gândească „în afara cutiei“. Toți oamenii de știință valoroși fac asta, chiar dacă lucrează în laboratoare, verificându-și ideile prin dovezile palpabile de care dispun.

Geologii din secolul al XIX-lea au folosit instrumentele tradiționale: fosilele descoperite, analiza și clasificarea rocilor, studiul efectelor cutremurelor și vulcanilor. Toate acestea i-au condus la întocmirea unei istorii rezonabile a Pământului. Multe dintre afirmațiile lor sunt valabile și astăzi. Dar multe alte probleme nu le dădeau pace și aveau nevoie de idei noi, îndrăznețe. Vechii „catastrofiști“ s-au bazat pe ideea existenței a tot soiul de forțe, poate chiar a unei miraculoase intervenții divine (potopuri devastatoare precum cel al lui Noe descris în Biblie). Noua atenție se muta acum asupra timpului: perioade imense numite „timp profund“. Cum era Pământul acum 200 de milioane de ani, să zicem, ori de două sau trei ori acest număr de ani în urmă?

Cum ar fi putut timpul profund să ajute la elucidarea a trei întrebări fundamentale? Mai întâi, de ce majoritatea continentelor arată ca și cum ar fi fost croite din oceane și asamblate laolaltă, ca piesele unui puzzle gigantic? Coasta de est a Americii de Sud s-ar potrivi destul de bine cu coasta de vest a Africii. Să fie o simplă întâmplare?

În al doilea rând, unde s-au format rocile din Africa de Sud, de vreme ce unele asemănătoare au fost găsite în Brazilia, de partea cealaltă a Atlanticului? De ce pe unele insule atât de mici ca Marea Britanie există variații dramatice, între munții Scoției, cu stânci și lacuri, și relieful lin din sud, în Sussex? Anglia a fost dintotdeauna separată de continentul european? Dar Alaska de Asia?

În al treilea rând, existau câteva tipare vechi în localizarea plantelor și a animalelor. De ce unele specii de șerpi se găseau în Europa și în estul Americii de Nord, dar nu și de partea cealaltă a continentului american, în vest? De ce marsupialele din Australia erau atât de diferite de cele găsite în alte părți? În 1850, Darwin și Wallace au încercat să ofere câteva prime răspunsuri, iar teoria evoluției a ajutat la explicarea multor fenomene. Darwin a făcut câteva experimente foarte urât mirositoare, păstrând semințe în tuburi umplute cu apă de mare luni de-a rândul. Apoi le-a plantat, urmărind dacă germinează și cresc. Unele au prins, și acesta a fost un răspuns. Darwin a găsit, de asemenea, și căi de a afla dacă păsările puteau transporta semințe, insecte și alte creaturi vii pe distanțe foarte lungi. Puteau, dar răspunsul nu a rezolvat toate enigmele.

Exista o idee, una radicală, care putea explica foarte multe. Această teorie afirma că aceste continente nu au fost întotdeauna unde sunt acum și că odinioară erau unite prin fâșii de uscat, „poduri de pământ“. Mulți geologi din secolul al XIX-lea credeau că aceste poduri de pământ au existat în mai multe locuri. Existau dovezi consistente că Marea Britanie fusese odinioară legată de continentul european. Asta ar explica în mod eficient de ce fosile osoase de urși, hiene și alte animale, care nu au fost de găsit în Marea Britanie modernă, au fost descoperite acolo. America de Nord a fost odinioară legată de Asia prin Strâmtoarea Bering, iar animalele și nativii americani au traversat evident pe acolo. Poduri de pământ care să unească Africa și sudul Americii par destul de improbabile, dar eminentul geolog austriac Eduard Suess (1831–1914) a susținut acest lucru în marea sa lucrare despre Pământ, în cinci volume, publicată între 1883 și 1909. El a afirmat că permanenta ridicare și prăbușire a suprafețelor terestre în timpul istoriei geologice a făcut cu puțință acest lucru. Ceea ce este astăzi fund de mare a fost odinioară punte între două continente.

Cu toate cele cinci volume ale lui, nu toată lumea a fost convinsă. Aici intră în scenă germanul Alfred Wegener (1880–1930). Wegener era interesat de istoria climei pe Pământ, precum și de geologie. În 1912 și-a expus teoria despre continentele în mișcare: era ceea ce va deveni „deriva continentelor“. Prelegerea se va transforma în carte în 1914, iar Wegener își va petrece restul vieții cercetând și adunând mai multe dovezi. A murit la locul de muncă, în timp ce conducea o expediție spre Groenlanda, pentru a căuta mai multe indicii care să-i confirme teoria. Propunerea radicală a lui Wegener era

că, în urmă cu 200 de milioane de ani, existase un singur continent, Pangaea, înconjurat de un ocean imens. Acest enorm continent s-a rupt treptat, în bucăți care au ajuns literalmente să plutească pe ocean, la fel cum se întâmplă cu aisbergurile care se sparg și plutesc pe mare. Dar, spre deosebire de gheață, care se topește și dispare, bucățile din Pangaea au devenit continente noi. Și nu s-a terminat aici. Wegener credea că masele de pământ se mișcau în continuare, cam cu zece metri pe an. Estimarea lui a fost totuși prea mare, măsurători recente demonstrând că se mișcă cu numai câțiva milimetri pe an. Dar, chiar și așa, pe perioade foarte lungi se pot produce efecte dramatice.

Wegener avea și câțiva discipoli, cei mai mulți în Germania natală. Dar majoritatea geologilor au considerat ideea lui prea fantezistă, mai apropiată de science-fiction. Apoi, în timpul celui de-al Doilea Război Mondial, submarinele au început explorarea serioasă a fundului oceanic. După război, au dezvăluit un nou peisaj subacvatic, cu enorme lanțuri muntoase și văi, precum și cu vulcani stinși (unii chiar activi). Harry Hess (1906–1969), un geolog care lucra în Marina SUA, a schițat aceste lanțuri muntoase și văi și le-a urmărit pe mult mai bine cunoscutul relief de pe uscat. A urmărit și liniile de falii, adică acele regiuni de pe pământ, de deasupra și de sub apă, unde cutremurele și vulcanii sunt des întâlniți. Hess a descoperit că masele de pământ și fundurile oceanelor erau continue, că se îmbinau unele cu celelalte. Pământul nu plutea, așa cum presupusese Wegener. Dar atunci cum se pot mișca masele de pământ?

Lui Hess i s-au alăturat fizicieni, meteorologi (observatori ai climei), oceanografi (cercetători ai mărilor), seismologi (specialiști în cutremure) și geologi. Toți au încercat să pună cap la cap istoria Pământului, folosind instrumentele tuturor acestor științe. Nu a fost ușor. Interiorul Pământului se înfierbântă foarte repede. La adâncimi nu foarte mari instrumentele se topesc. Așa că mult din ceea ce știm despre miezul Pământului a trebuit aflat prin metode indirecte. Așa se întâmplă de multe ori în știință.

Vulcanii care scupă lavă fierbinte au fost multă vreme interpretați ca o modalitate prin care Pământul scapă de excesul de căldură acumulat în adâncuri, ceea ce este parțial adevărat. Dar nu întru totul. Descoperirea unor elemente radioactive – precum uraniul – care eliberează în mod natural o mare cantitate de energie când se descompun adaugă încă o sursă căldurii

din interiorul Pământului. Dar radioactivitatea e o sursă producătoare de căldură continuă, ceea ce înseamnă că ideea că Pământul a fost odinioară foarte fierbinte, iar acum se răcește era prea simplă.

Cel puțin era prea simplă pentru geologul Arthur Holmes (1890–1965). El a spus că Pământul scapă de excesul de căldură interioară generată continuu prin procesul familiar de transfer de căldură – convecție. Aspectul important era intuiția lui Holmes că lucrurile nu se întâmplau în scoarța terestră de suprafață – acolo unde trăim noi –, ci în staturile din adâncime, cele apropiate de centrul Pământului. Acest strat se numește manta, iar Holmes credea că rocile topite erau împinse progresiv în sus, ca apa fierbinte din cada de baie. Se mișcă în sus și se îndepărtează de zona fierbinte, se răcesc și se scufundă la loc, pentru a fi înlocuite de alte roci topite, într-un ciclu nesfârșit. O parte din rocile acestea topite sunt aruncate afară în lavă prin erupțiile vulcanice. Dar cea mai mare parte a rocilor topite nu ajung niciodată la suprafață, ci se răspândesc și se scufundă, furnizând un mecanism de mișcare a continentelor, milimetru cu milimetru.

Pe măsură ce oceanele și Pământul erau explorate, o nouă cale de a stabili vârsta planetei noastre începea să dea un sens real timpului profund. Tehnica datării radiometrice a apărut din descoperirea radioactivității de către fizicieni (Capitolul 31). Acum, ea permite oamenilor de știință să dateze rocile pe care le studiază prin compararea cantității de element radioactiv și produsul final al acestuia (uraniul și plumbul, de exemplu) dintr-un fragment de rocă. Folosind această tehnică, a fost posibil să se afle cât de bătrâne sunt rocile, în cazul în care după ce s-au format în ele nu a mai fost încorporat material nou. Cunoașterea vârstei straturilor individuale de roci i-a ajutat pe cercetători să înțeleagă cât de bătrân este Pământul. Au fost găsite roci mai vechi de patru miliarde de ani. Astfel de roci vechi sunt mereu pe uscat. Cele de pe fundurile oceanelor sunt mereu mai noi. Oceanele nu durează la fel de mult precum continentele, ele mor și renasc continuu. Asta se întâmplă, cum este și evident, pe perioade lungi, așa că nu vă faceți griji pentru următoarea vară la malul mării. (Pe de altă parte, încălzirea globală provocată de om poate genera topirea tot mai accentuată a calotei polare, ducând la o periculoasă creștere a nivelului apelor oceanului planetar în următoarele decenii.)

Rocile nu numai că rețin elementele radioactive pe măsură ce acestea se formează, dar păstrează și orientarea magnetică a fierului sau a altor materiale magnetic sensibile. La fel ca radioactivitatea, magnetismul i-a ajutat pe geologi să afle vârsta rocilor. Polul magnetic al Pământului nu a fost constant de-a lungul lungii sale existențe. Nordul și sudul s-au schimbat între ele de câteva ori, așa încât orientările nord-sud pot oferi și ele dovezi despre momentul de formare a rocilor. Busolele artă nordul pe vremea noastră și a nepoților noștri, dar lucrurile nu au stat întotdeauna așa și nu așa vor fi într-un viitor îndepărtat, dacă e să dăm crezare trecutului.

Magnetismul, convecția, peisajele subacvatice de la mare adâncime și datarea radiometrică au dezvăluit indicii importante despre stările inițiale ale Pământului. Luate împreună, au fost suficiente pentru a convinge oamenii de știință că Wegener a avut aproape dreptate. Dreptate, pentru că deriva continentală se întâmplă: au confirmat-o măsurătorile prin satelit. Dar plutirea sau deriva sugerată de el era greșită. În schimb, John Wilson (1908–1993) și alții au dus până la capăt ideea îndrăzneță a lui Wegener; ei au susținut că partea superioară a mantiei pământului este făcută dintr-o serie de plăci uriașe. Aceste plăci se îmbină, acoperind pământul, indiferent de granițele de la suprafață dintre apă și uscat. Numai că nu se îmbină perfect, iar la îmbinări apar liniile de falie. Tectonica plăcilor este domeniul preocupat de înțelegerea fenomenelor care apar la frecarea a două plăci tectonice, la suprapunerea plăcilor tectonice sau la ciocnirea lor. Gândiți-vă la cel mai înalt munte din lume, muntele Everest din Himalaya. Everestul este atât de înalt pentru că munții Himalaya s-au format când două astfel de plăci tectonice au început să se ciocnească acum 70 de milioane de ani. Nu există un Premiu Nobel pentru geologie, dar poate ar trebui inventat. Plăcile tectonice explică atât de multe despre cutremure și tsunami, munți și roci, fosile și animale și plante vii. Este pământul nostru foarte bătrân, dar este încă un loc foarte special.

Capitolul 34. Ce moștenim?



Cu cine semănați mai mult: cu mama sau cu tata? Sau poate cu bunicul ori cu vreo mătușă? Dacă sunteți buni la fotbal sau vă place să cântați la chitară ori la flaut, asta înseamnă că cineva din familie a avut aceste înclinații?

Trebuie să existe cineva cu care sunteți înrudiți biologic și de la care să fi moștenit aceste trăsături, nu o rudă prin alianță, cum ar fi o mamă vitregă sau un tată vitreg. Aceste rude pot face lucruri minunate pentru voi, dar nu le puteți moșteni genele.

Astăzi se știe că trăsături precum culoarea ochilor sau a părului sunt controlate și transmise de la o generație la alta prin gene. Genetica este studiul genelor noastre. Ereditate sau moștenire sunt cuvintele folosite pentru a descrie cum informația purtată de genele noastre este transmisă mai departe. Genele determină foarte mult din ceea ce suntem noi, ca întreg. Așadar cum au ajuns oamenii să-și dea seama cât de importante sunt aceste lucruri atât de mărunte?

Să ne întoarcem puțin la Charles Darwin (Capitolul 25). Ereditatea era în centrul activității lui Darwin. Era vitală pentru ideile sale despre evoluția speciilor, chiar dacă nu și-a dat seama cum anume apare această ereditate. Biologii au continuat dezbaterile mult timp după apariția cărții sale, Originea speciilor, publicată în 1859. Erau cu precădere interesați cum și dacă uneori poate apărea ereditatea „ușoară”. Ereditatea ușoară era o idee asociată cu naturalistul francez Jean-Baptiste Lamarck (1744–1829), care credea și el în dezvoltarea speciilor prin schimbări evoluționiste. Gândiți-vă la gâtul lung al girafei: cum a evoluat acesta în timp? Lamarck spunea că aceasta s-a întâmplat pentru că girafa s-a tot întins ca să apuce frunzele din copacii mai înalți, iar această schimbare ușoară s-a transmis urmașilor, generație după generație. Într-un timp suficient de îndelungat și după suficient de multe generații, un animal cu gâtul scurt va deveni unul cu gât lung. Mediul va interacționa cu organismul, modelându-l sau adaptându-l, iar aceste caracteristici vor fi transmise generațiilor următoare.

Era greu să încerci să demonstrezi ereditatea ușoară experimental. Vărul lui Darwin, Francis Galton (1822–1911) a efectuat o serie de experimente foarte atent coordonate, în care a injectat sânge de la șoareci negri, la șoareci albi. Puii șoarecilor transfuzați nu au arătat nici un semn că ar fi fost afectați de transfuzie. A tăiat vârfurile cozilor șoarecilor generații la rând, dar nu a reușit să producă șoareci cu coada scurtă. Circumcizia masculilor tineri nu a produs, de asemenea, nici un efect asupra viitoarelor generații de pui.

Argumente pro și contra năvăleau din toate părțile, asta până la începutul anilor 1900. Atunci s-au întâmplat două lucruri care i-au convins pe cei mai mulți biologi că trăsăturile pe care plantele și animalele le dobândesc în timpul vieții nu se transmit urmașilor. Mai întâi a venit redescoperirea activității unui faimos călugăr din Moravia (acum parte a Republicii Cehe), Gregor Mendel (1822–1884). În anii 1860, Mendel publicase (într-un ziar nu prea citit) rezultatele experimentelor sale din grădina mănăstirii. Era fascinat de mazăre, asta cu mult înainte ca Galton să lase șoarecii fără coadă. Mendel s-a întrebat ce s-ar întâmpla dacă plantele de mazăre cu anumite caracteristici ar fi „încrucișate“ (adică plante cu mazăre de culori diferite ar fi altoite), pentru a da următoarea generație de lăstari de mazăre. Mazărea era o plantă cu care se lucra bine, întrucât creștea repede și era ușor de trecut de la o generație la alta. Apoi diferențele evidente se observau încă din păstaie: boabele erau fie galbene, fie verzi, cu coaja zbârcită sau netedă. A descoperit că aceste trăsături erau moștenite cu o precizie matematică, dar în moduri care ar putea fi lesne trecute cu vederea. Dacă o plantă cu păstăi verzi era încrucișată cu una cu păstăi galbene, toată prima generație era cu semințe galbene. Dar când încrucișa această primă generație de plante între ele, în a doua generație trei din patru plante aveau boabe galbene, iar a patra, verzi. Trăsătura galbenă a fost dominantă în prima generație, dar în a doua și-a făcut din nou apariția trăsătura „recesivă“ (boabele verzi). Ce însemnau aceste tipare puternice? Mendel a conchis că ereditatea este „particulată“, adică plantele și animalele moștenesc trăsături în unități distincte. Mai curând decât schimbările încetul cu încetul ale eredității ușoare sau decât media atributelor celor doi părinți, ereditatea era ceva foarte bine definit. Mazărea era fie galbenă, fie verde, nu de o nuanță aflată undeva la mijloc.

În timp ce munca lui Mendel zăcea neobservată, August Weismann (1834–1914) dădea al doilea atac critic asupra eredității ușoare. În vreme ce Mendel era absorbit în principal de activitatea sa religioasă, Weismann era un om de știință ambițios. Biolog german genial, el credea cu tărie că principiile evoluționiste ale lui Darwin erau corecte. Dar își dădea seama că lipsa unei explicații pertinente pentru ereditate putea constitui o problemă. Așa că a transformat propria fascinație pentru celule și diviziunea celulară într-o soluție.

Cu câțiva ani înainte de experimentele lui Mendel, Rudolf Virchow își expunea ideile despre diviziunea celulară (Capitolul 26). În anii 1880 și în

anii 1890 a observat că pentru a face un ovul sau un spermatozoid, celulele „mamă” ale sistemului reproducător se divid într-un mod diferit de diviziunea celulară din restul organismului. Diferența aceasta era cheia. Cunoscut ca proces de meioză, cromozomii se divid și câte o jumătate din materialul cromozomial intră în fiecare dintre celulele „fiică” rezultate. În toate celelalte celule ale corpului, celulele „fiică” au aceeași cantitate de material cromozomial ca celula „mamă”. (Dacă sunteți derutați, amintiți-vă că celula „mamă” este orice celulă existentă care se scindează în două celule „fiice”. Acestea se găsesc în tot corpul și nu au nimic de-a face cu adevăratele mame și fiice.) Așadar, când ovulul și spermatozoizii fuzionează, cele două jumătăți de material cromozomial dau din nou cantitatea întreagă în ovulul fecundat. Aceste celule reproducătoare erau diferite de toate celelalte celule ale corpului. Weismann a susținut că nu contează ce se întâmplă în toate celelalte celule ale corpului – celulele mușchilor, oaselor, nervilor sau ale vaselor de sânge. Numai celulele reproducătoare conțineau ceea ce vor moșteni indivizii produși. Așadar, în cazul girafei, întinderea gâtului nu ar avea nici un efect asupra spermatozoizilor și ovulelor, și numai aceste celule conțineau ceea ce el a numit „plasma germinală”. Plasma germinală, făcută din cromozomii spermatozoizilor și ai ovulelor, era cea moștenită; el a numit această idee despre ereditate „continuitatea plasmei germinale”.

În 1900, nu unul, ci trei oameni de știință au scos separat de la naftalină articolul lui Mendel. Au anunțat imediat lumea științifică despre experimentele cu mazăre ale călugărului. Biologii și-au dat seama că Mendel a oferit cea mai bună dovadă experimentală pentru „continuitatea plasmei germinale” a lui Weismann. „Mendelismul”, cum avea să fie numit curând, avea o bază științifică solidă.

Comunitatea științifică s-a împărțit în două grupuri: „mendelienii” și „biometricienii”. Cei din urmă, conduși de expertul în statistică Karl Pearson (1857–1936), credeau în moștenirea continuă. Ei considerau că ceea ce moștenim reprezintă media atributelor genitorilor. Au efectuat o importantă muncă de teren, măsurând diferențele insesizabile în creaturile marine și melci. Au demonstrat că astfel de diferențe mici pot juca un rol important în a determina cum supraviețuiesc multe progenituri, adică așa-numitul succes reproductiv al speciei. Mendelienii erau conduși de biologul William Bateson (1861–1926), de la Cambridge. El a inventat termenul de

„genetică“. Ei au evidențiat moștenirea trăsăturilor discrete (separate) pe care călugărul a ilustrat-o. Au mai susținut că schimbările biologice apar mai curând în salturi, nefiind schimbările lente și continue ale biometricienilor. Ambele grupuri acceptau evoluția ca un fapt, dar nu se puteau pune de acord asupra modului în care aceasta se petrece.

Disputele acestea înverșunate au durat aproape 20 de ani. Apoi, în anii 1920, mai mulți cercetători au arătat că fiecare grup avea dreptate, dar se și înșela în același timp. Pur și simplu se uitau la două părți diferite ale aceleiași probleme. Multe caracteristici biologice sunt moștenite în stil „biometric“, „amestecat“. Un tată înalt și o mamă scundă vor avea urmași de înălțime medie sau de înălțimile lor „amestecate“. Unii copii ar putea fi înalți, ca tatăl (sau chiar mai înalți), dar media înălțimii lor va tinde spre media înălțimii celor doi părinți. Alte caracteristici, cum ar fi culoarea ochilor sau culoarea păstăilor sunt moștenite în forma ori/ori, nu și/și. Diferențele dintre mendelieni și biometricieni au fost rezolvate când s-au făcut măsurători pe populații întregi și s-au aplicat raționamente matematice la problemă. Această nouă generație de biologi, cum ar fi J.B.S. Haldane (1892–1964), au apreciat genialele supoziții ale lui Darwin. Și-au dat seama că în orice populație există o variație întâmplătoare care poate fi moștenită. Dacă ea oferă un avantaj, atunci plantele și animalele care o au vor supraviețui, iar celelalte tipuri de variații se vor stinge.

*Cum moștenim ceea ce moștenim este de asemenea o problemă vitală. Aceasta era următoarea parte a enigmei. O mare parte din munca de la începuturi s-a realizat în laboratorul lui Thomas Hunt Morgan (1866–1945), la Universitatea Columbia din New York. Și-a început cariera studiind cum își încep viața animalele și cum se dezvoltă embrionii. Nu și-a pierdut niciodată interesul pentru embriologie, dar la începutul anilor 1900 și-a reorientat atenția spre genetică. Laboratorul lui Morgan nu era un loc ca toate celelalte. Poreclit „Camera muștelor“, a devenit casă pentru sute de generații de musculițe de oțet (*Drosophila melanogaster*). Musculița de oțet este un animal de experiment foarte convenabil. Are numai patru cromozomi în nucleii celulelor, iar Morgan dorea să înțeleagă exact acest rol al cromozomilor: cât de importanți erau cromozomii în transmiterea caracterelor ereditare? Cromozomii musculiței de oțet sunt mari și ușor de văzut în secțiune la microscop. Musculițele de oțet se și înmulțesc foarte ușor: lăsați un fruct pe o farfurie și urmăriți ce se întâmplă. Multe generații*

pot fi studiate într-un interval scurt de timp, pentru a vedea ce se întâmplă când muștele cu anumite caracteristici sunt împerecheate cu alte muște. Imaginați-vă că faceți acest gen de experiment cu elefanți și vă puteți da seama de ce au fost preferate musculițele de oțet.

Camera muștelor a lui Morgan a devenit faimoasă, atrăgând atât studenți, cât și alți oameni de știință. A fost un precursor al modului în care se lucrează astăzi în multe domenii ale științei: un grup de cercetători lucrează sub conducerea unui „șef” – Morgan – care ajută la definirea problemelor. Șeful supraveghează munca echipei formate din tineri cercetători care efectuează de obicei experimentele. Morgan încuraja pe toată lumea să vorbească și să lucreze împreună, așa că e greu de stabilit cu precizie cine și ce a făcut. (Când Morgan a câștigat Premiul Nobel, el a împărțit banii cu doi dintre mai tinerii săi colegi.)

Aproape întâmplător, Morgan a făcut o descoperire crucială. A remarcat că o muscă dintr-o generație recentă avea ochii roșii, în locul obișnușilor ochi albi. A izolat această muscă, apoi a împerecheat-o cu obișnuitele muște cu ochi albi. Când s-a uitat după progeniturile cu ochi roșii ale acelei muște, a observat că toate musculițele cu ochi roșii erau femele. Aceasta sugera că gena era purtată de cromozomul sexual, cel care determină dacă o progenitură va fi mascul sau femelă. În al doilea rând, tiparele moștenirii culorii ochilor urmau aceleași reguli ca păstăile lui Mendel: ochii erau fie albi, fie roșii, dar niciodată roz sau orice altă culoare intermediară. Morgan s-a uitat și la alte tipare ale trăsăturilor moștenite de musculițele de oțet, cum ar fi mărimea și forma aripilor. El și colegii săi au examinat cromozomii sub microscop și au început să întocmească hărți ale fiecărui cromozom, arătând unde erau localizate aceste unități de ereditate („genele”, așa cum au fost numite). Mutațiile (schimbările), cum ar fi apariția bruscă a ochilor roșii, au ajutat la localizarea genei acestora în timp ce ei analizau cu atenție cum se comportau cromozomii în timpul diviziunii celulare. Unul dintre studenții lui Morgan, H.J. Muller (1890–1967) a descoperit că razele X provoacă mutații mai rapide. Muller a câștigat și el un premiu Nobel în 1948, iar activitatea lui a alertat omenirea despre pericolele radiațiilor bombelor atomice și chiar ale razelor X folosite în scopuri medicale. Morgan a arătat și că uneori, cromozomii fac schimb de informații când se divid. Este ceea ce numim astăzi „încrucișare” și reprezintă o altă cale prin care natura crește cantitatea de variație la plante și animale.

Morgan și echipa lui, precum și alți oameni de știință din lume, au făcut din genetică una dintre cele mai captivante științe din perioada 1910–1940. „Gena“ a început să fie tot mai recunoscută ca o substanță materială. Localizate în cromozomii celulelor, genele erau transmise – prin ovulul femelei fertilizat de sperma masculului – la urmași, fiecare părinte contribuind în mod egal. S-a demonstrat că mutațiile duc la schimbările evoluționiste. Ele creau variația și apăreau atât în mod natural, cât și prin metodele artificiale pe care Muller le-a studiat. Noua genetică era acum în centrul gândirii evoluționiste. Cu toate că era încă neclar ce anume era exact gena, realitatea existenței ei era mai presus de orice îndoială.

Acest mod de gândire al noii genetici a avut o latură întunecată la nivelul societății. Dacă nu exista ereditate ușoară – așadar o hrană de calitate, practicarea sporturilor și faptul de a fi bun nu puteau schimba genele copiilor voștri –, trebuiau folosite alte metode pentru îmbunătățirea viitoarelor generații. „Selecția artificială“ a lui Darwin fusese practică de secole de crescătorii de plante și de animale care încercaseră să îmbunătățească trăsăturile plantelor sau ale animalelor lor. Vacile au fost împerecheate ca să producă mai mult lapte, roșiile, ca să fie mai zemoase. În 1904, Francis Galton (vărul lui Darwin), a înființat un laborator de „eugenie“. El a inventat termenul „eugenie“, care înseamnă „bine născut“. Aici a încercat să schimbe obiceiurile reproductive ale ființelor umane. Dacă se putea demonstra că inteligența, creativitatea, criminalitatea, nebunia sau lenea erau predominante în familii (și el credea că se putea), atunci părea rezonabil ca cei „buni“ să fie încurajați să aibă mai mulți copii (eugenie „pozitivă“), iar cei „răi“ să fie împiedicați să aibă prea mulți (eugenie „negativă“). Eugenia pozitivă a fost destul de întâlnită în Anglia. Au existat campanii care încurajau cuplurile din clasa medie să aibă mai mulți copii, pentru că aceste cupluri erau considerate cumva mai „bune“ decât muncitorul obișnuit și nevasta lui. La sfârșitul anilor 1890, guvernul s-a speriat efectiv când a văzut în ce stare proastă erau recruții pentru Războiul Burilor din Africa de Sud. Mulți voluntari au fost respinși ca fiind fizic inadecvați, incapabili să ducă în spinare fie și o pușcă. A urmat Primul Război Mondial și măcelul din 1914–1918 pe câmpurile de luptă din toată Europa. Mulți s-au gândit că pieriseră cei mai buni. Toate națiunile din lumea occidentală erau îngrijorate pentru calitatea și puterea populației lor.

Eugenia negativă a fost și mai sinistă. Mulți au presupus că era rezonabil ca persoanele cu tulburări mintale sau „subnormale”, criminalii, chiar și cei cu dizabilități sau nefericiții de la marginea societății, să fie închiși. În SUA, multe state au dat legi prin care se impunea sterilizarea, pentru a împiedica astfel de oameni să aibă copii. Din anii 1930 și până la înfrângerea din 1945, Germania nazistă a practicat cele mai cumplite atrocități. În numele statului, mai întâi au încarcerat, apoi au ucis milioane de oameni considerați nedemni să trăiască. Evrei, țigani, homosexuali, cei cu tulburări sau deficiențe mintale, criminali – toți au fost ridicați și trimiși fie în lagăre de concentrare, fie executați.

Perioada nazistă a transformat „eugenia” într-un cuvânt urât. Cum vom vedea mai târziu, mulți au crezut că eugenia se va întoarce pe ușa din spate, pe măsură ce oamenii de știință vor afla mai multe despre ceea ce moștenim și despre cum afectează aceasta ce și cine suntem. Toți avem nevoie de știință, dar trebuie să ne asigurăm cu toții că ea se face în numele binelui.

Capitolul 35. De unde venim?



Astăzi știm că împărtășim 98% din genom cu cele mai apropiate rude ale noastre, cimpanzeii. Asta înseamnă foarte multe asemănări, dar și câteva diferențe cruciale. În vreme ce cimpanzeii comunică, ei nu vorbesc între ei

cum fac oamenii. Iar noi putem scrie și citi. Dacă mergem puțin în urmă, vom descoperi că oamenii și cimpanzeii, împreună cu gorilele și cu urangutanii, formează familia Hominidae, cunoscută ca grupul „maimuțelor mari“. Noi, oamenii, suntem mai puțin îndeaproape înrudiți cu gorilele și cu urangutanii, dar la un moment dat, în trecut, toate cele patru grupuri au avut un strămoș comun, din care a evoluat fiecare grup. Asta se întâmpla cu foarte multă vreme în urmă, probabil 15 milioane de ani.

„Verii“ noștri din grupul primatelor ni se par fascinanți și puțin stranii. La fel au simțit și cei care i-au studiat și au scris despre ei în trecut. S-au întrebat cum și-au găsit locul în creație aceste animale brutale, care par a fi atât de asemănătoare, și totuși atât de diferite de noi. În 1699, un anatomist englez, Edward Tyson (1651–1708), a obținut cadavrul unui cimpanzeu. A disecat cu atenție acest animal exotic și a comparat ceea ce a găsit cu ceea ce știa el despre anatomia umană. Era prima dată când cineva se uita atât de aproape la un cimpanzeu. Tyson l-a plasat în marele lanț al ființei al lui Aristotel imediat sub oameni. Era firesc, susținea el, ca un animal să asigure trecerea de la restul regnului animal la ființele umane. Deși nu a spus-o, Tyson a sugerat că este nevoie de o „verigă lipsă“ în lanț, de ceva care să ne lege pe noi de celelalte animale.

În Anglia, Germania și Franța erau descoperite tot mai multe artefacte umane, precum săgeți și capete de topor. Era o dovadă interesantă a prezenței umane cu milenii în urmă. Aceste unelte erau adesea găsite în peșteri sau în situri cu fosile, printre rămășițe fosilizate ale unor animale dispărute, cum ar fi temutul tigrul cu dinți sabie sau mamutul lânos. Aceste animale dispărute și oamenii din Epoca Pietrei care au făcut acele unelte au trăit în aceeași perioadă, era un fapt evident. Oamenii sunt pe Pământ de zeci de mii de ani... nu de o perioadă mult mai scurtă cum au crezut mulți. Desigur, nu toată lumea a fost de acord, dar prietenul lui Darwin Thomas Henry Huxley (1825–1895) nu avea nici o îndoială. Huxley era entuziasmat de descoperirea „Omului de Neanderthal“ într-o peșteră din Valea Neander, în Germania. A scris despre această fosilă, despre oamenii moderni și despre primatelor mari în cartea sa *Man's Place in Nature* (Locul omului în natură) (1863). Acum știm că aceasta era prima fosilă hominidă care nu aparținea speciei noastre, *Homo sapiens*, numele biologic pe care ni l-a dat Linné (Capitolul 19). Hominid este numele folosit acum pentru noi înșine și pentru strămoșii noștri dispăruți; pe măsură ce se descoperă tot mai multe dovezi

fosile, grupul devine tot mai larg. Copacul vieții crește și este completat treptat.

La vremea aceea, Huxley a fost suficient de precaut ca să admită că o singură descoperire nu poate spune totul despre o întreagă specie, așa că a pus omul de Neanderthal în aceeași specie cu oamenii moderni. Dar era sigur că acesta era un specimen foarte vechi, unul care a fost pe Pământ de suficient de multă vreme pentru ca evoluția să fi apucat să se producă. Au existat, desigur, câteva schimbări, întrucât, deși omul de Neanderthal era suficient de asemănător cu noi, era și foarte diferit. Craniul avea arcade proeminente și o cavitate mult mai mare pentru nas. Proporțiile dintre membre și corp erau diferite de ale noastre. E posibil ca acesta să fi fost mai curând un corp deformat, decât unul aparținând altei specii. În timp, aveam să aflăm că oamenii de Neanderthal au fost primii hominizi care și-au îngropat morții.

Huxley cunoștea ideile lui Darwin despre evoluția speciei umane înainte ca marele om să publice una după alta cele două cărți în care își expunea ideile și dovada originii noastre. În 1871, în *The Descent of Man* (Originea omului și selecția sexuală) Darwin a făcut ceea ce a evitat să facă în *Originea speciilor*: și-a concentrat analiza asupra speciei umane. În 1872, în cartea *The Expression of Emotions in Man and Animals* (Expresia emoțiilor la om și animale) Darwin a adăugat o dimensiune psihologică importantă argumentelor sale. Și-a bazat lucrarea pe urmărirea atentă a propriilor copii, a zâmbetelor și grimaselor lor, precum și a altor comportamente. Oamenii erau doar o parte a vieții de pe Pământ, alături de celelalte specii de plante și de animale. Darwin a ajuns la concluzia că strămoșii noștri trăiseră probabil în Africa, unde au evoluat primii oameni.

Descrierea pe care a făcut-o Darwin evoluției – ca un „copac al vieții” – însemna că noi nu puteam fi urmașii primatelor moderne. Dar exista o legătură, o „primată umană” care a aprins imediat imaginația publicului. Ideile sale despre evoluție au fost mai întâi dezbătute în public, la întrunirile de la Oxford, organizate de Asociația Britanică pentru Promovarea Științei. Asociația dorea să aducă la cunoștința publicului ultimele descoperiri științifice; în fiecare an organiza o întrunire la care oamenii de știință dezbăteau și discutau noutățile apărute în domeniile lor. Întrunirea din 1860 a fost deosebit de animată, într-atât de senzațională era ideea „omului

primată“. Discutarea ideilor lui Darwin despre evoluție a fost așteptată cu nerăbdare. Episcopul Samuel Wilberforce conducea tabăra antidarwiniștilor, iar Huxley, pe aceea a darwiniștilor. Wilberforce, crezându-se deștept, l-a întrebat pe Huxley dacă se trage din maimuță dinspre partea mamei sau a tatălui. Huxley i-a răspuns că preferă să se tragă din maimuță decât să-și piardă vremea și energia intelectuală cu o astfel de întrebare idioată – Wilberforce ratase momentul. Clericul nu a fost convins, dar Huxley și evoluționismul au câștigat disputa în ziua aceea.

Descoperirea îndelungatei existențe a omului pe Pământ i-a încurajat pe naturaliști, pe antropologi (cei care studiază specia umană) și pe arheologi să se întrebe: care a fost condiția originară a ființelor umane? „Omul peșterii“ a apărut în această perioadă ca urmare a descoperirilor din peșterile din Marea Britanie și din Europa. Era limpede că acești locuitori ai peșterilor au folosit focul. Au găsit arme, unelte și piatră și ustensile de gătit. Antropologii și exploratorii au descoperit grupuri de vânători în Africa, Asia și America de Sud și au sugerat că toate aceste societăți umane au trecut prin stadiile comune de dezvoltare socială. E.B. Tylor (1832–1917) a devenit primul profesor de antropologie de la Oxford. El a folosit ideea de „supraviețuitori“ pentru a propune o cale a evoluției sociale și culturale a omului. Prin aceasta, el înțelegea practici sociale și religioase, superstiții și alte căi diverse de organizare a relațiilor de familie. După Tylor, acești „supraviețuitori“ erau de găsit în continuare în popoarele primitive din Africa, de pildă, și ei puteau furniza indicii despre trecutul comun al rasei umane. Tylor și alții doreau să înțeleagă originile limbajului și cercetau gesturile și alte căi de comunicare.

Această antropologie timpurie a evidențiat că Europa, America de Nord, Australia și Noua Zeelandă sunt dinamice, în contrast cu viața presupus neschimbată a popoarelor „primitive“ sau chiar a culturilor complexe și de foarte multă vreme întemeiate din India și China. Acum vedem cât de arogantă este această optică. Aplicată societății occidentale, ideea de luptă și concurența evoluționistă pare a explica de ce unii indivizi prosperă, iar alții, nu. Pe măsură ce capitalismul industrial devenea tot mai puternic, „darwinismul social“ – evoluția aplicată culturii umane – a început să fie folosit pentru a explica de ce unii oameni erau bogați, iar alții, săraci; de ce unele națiuni erau puternice, iar altele, nu. Darwinismul social justifica triumful indivizilor, al raselor sau al națiunilor puternice asupra celor slabe.

În vreme ce unii dezbăteau darwinismul social, alții analizau evoluția biologică. Până în anii 1890, toate rămășițele umane fosilizate care au fost descoperite au fost considerate ca aparținând Homo sapiens. Statutul omului de Neanderthal rămânea incert. Apoi antropologul olandez Eugene Dubois (1858–1940) s-a dus în Indiile de Est olandeze să caute dovezi ale evoluției umane pe tărâmul urangutanilor. În Java (acum Indonezia) a găsit calota craniană fosilizată care aparținea unei creaturi nonumane care se deplasa pe două picioare. A numit creatura „omul de Java“. Atenția s-a întors spre Asia, suspectată acum a fi locul de unde trebuie să fi evoluat oamenii. Omul de Java, împreună cu alt schelet uman vechi găsit în Franța, la Cro-Magnon, au generat întrebări despre cine a fost primul și ce s-a întâmplat la începuturi. Mergea pe două picioare? Avea un creier mare? Folosea limbajul și trăia în societăți?

Au fost descoperiți mai mulți hominizi preumani în Asia. Dar în secolul XX Africa a fost cea care a dovedit cât de iscusită fusese predicția lui Darwin. În 1924, anatomistul australian Raymond Dart (1893–1988) a descoperit o fosilă. A devenit cunoscută sub numele de „copilul din Taung“; semnificația ei a fost pusă în evidență de doctorul sud-african Robert Broom (1866–1951). Copilul din Taung avea dinți de copil, dar creierul era prea asemănător cu al maimuțelor ca să poată fi considerat uman. Broom credea că fosila lui Dart (și mai multe altele, găsite ulterior, inclusiv a unui adult) era un vechi strămoș al ființelor umane. Dart l-a numit Australopithecus africanus, ceea ce înseamnă „maimuță din sudul Africii“. Acum, credem că are o vechime între 2,4 și 3 milioane ani. După copilul din Taung, Africa a produs multe alte fosile importante, ajutând la punerea laolaltă a pieselor din istoria evoluției umane. Louis și Mary Leakey (1903–1972; 1913–1996) au făcut povestea omului și mai faimoasă. În anii 1950 au lucrat cu precădere în Kenya, în Defileul Olduvai, iar Louis Leakey a evidențiat că hominizii timpurii erau constructori de unelte. Una dintre fosilele descoperite care a trăit acum 1,6–2,4 milioane ani a fost botezată de el Homo habilis, „omul îndemânatic“. În 1970, Mary Leakey a descoperit niște urme de tălpi vechi de 3,6 milioane ani, păstrate în cenușa vulcanică întărită. Urmele aparțineau unui grup de trei hominizi bipezi, și erau însoțite de urmele altor animale, ceea ce sugera că mai întâi fusese mersul biped, înainte ca hominizii să evolueze la un creier mai mare.

În prima jumătate a secolului XX, studiul oaselor umane fosilizate era complicat de câteva descoperiri ciudate dintr-o carieră de pietriș din Piltdown, East Sussex, în sudul Angliei. Descoperirile au început în 1908. Apoi, în 1912, un arheolog amator local, Charles Dawson (1864–1916) a anunțat că a recuperat un craniu la Piltdown. Descoperirea a generat un entuziasm incredibil. „Omul de Piltdown“ avea un craniu asemănător cu al omului modern, cu un maxilar de primată. Arăta ca adevărata verigă lipsă, un soi de „om-maimuță“. Mulți oameni de știință eminenți au publicat articole despre ciudata fosilă. Dar era greu de găsit un loc pentru ea în succesiunea de noi hominizi și străvechile fosile de primate. Piltdown a părut întotdeauna dubios, iar dacă în 1950 tehnicile de datare nu erau disponibile, în 1980 s-a demonstrat că era o mare înșelătorie. Omul de Piltdown combina un craniu de om cu un maxilar de urangutan, scufundate în substanțe chimice ca să pară vechi. Și dinții fuseseră șlefuiți. Nimeni nu știe cu exactitate cine a făcut asta, există mai mulți suspecti, dar nici o condangare definitivă. Dawson însuși era în fruntea listei de suspecti.

După ce s-a dovedit că Piltdown fusese o înșelătorie, celelalte fosile umanoide au putut fi așezate într-o ordine mai acceptabilă, prin folosirea datării radiometrice pentru a li se stabili vârsta și prin compararea caracteristicilor lor fizice. O fosilă anume, botezată Lucy, a devenit o celebritate, a fost în turnee și i s-a scris biografia. Lucy a fost descoperită în 1978 în Ethiopia, iar mai bine de jumătate din scheletul ei era întreg. A trăit acum trei sau patru milioane de ani, cu mult înainte de copilul din Taung. Ca și acesta din urmă, este și ea din genul *Australopithecus*, dar dintr-o specie timpurie, *afarensis*, „primate de Afar“. Picioarele lui Lucy, pelvisul și laba piciorului arătau că probabil mersese în două picioare și putea și să se cațare în copaci. Cavitata ei craniană nu era mult mai mare decât a unui cimpanzeu modern, dar creierul ei era mai mare decât al unui cimpanzeu, dacă e să îl raportăm la mărimea corpului ei. (Proporția creier-corp este un indicator mai bun al funcțiilor mintale decât simpla mărime: elefanții au creierul mai mare decât oamenii, dar un raport creier-corp mai mic. Există, desigur, și alți factori care pot determina „inteligenta“, în afara mărimii creierului.) Lucy prezenta într-adevăr trăsături „amestecate“, nu încă pe de-a-ntregul „umane“, dar era o creatură reușită în felul ei.

Sutele de fosile de humanoizi din toate părțile lumii ne-au permis să ne facem o idee destul de bună despre cărarea evolutivă care a condus la

oamenii moderni. Acum putem spune chiar și ce au mâncat sau ce paraziți aveau strămoșii noștri. Din puzzle încă lipsesc multe piese și există dezbateri aprinse în jurul detaliilor: ce ne spune un dinte anume, dar forma acestui os femur? Surprize vor mai exista, pentru că sunt descoperite în continuare fosile. În 2003, în Indonezia, arheologul australian Mike Morwood și colegii săi au găsit fosilele unor hominizi pigmei pe insula Flores. Au trăit cu 15 000 de ani în urmă, dar sunt probabil o specie necunoscută. Statutul exact al *Homo floresiensis* („omul de Flores“, poreclit „Hobbitul“) este încă incert. Încercările de până acum de a analiza ADN-ul (cea mai sigură cale de a stabili filiația biologică) au dat greș.

Stabilirea felului în care neanderthalienii se înrudesesc cu specia umană este și ea o provocare interesantă. În mod cert, specia a trăit în același timp cu *Homo sapiens* în Europa, acum 50 000 de ani. Suntem purtătorii unei părți din genele lor. Apariția lui *Homo sapiens*, omul „modern“, a contribuit la dispariția neanderthalienilor? Nu se știe sigur. S-au împerecheat între ei? Probabil că da. Ambele specii sufereau din cauza temperaturilor foarte scăzute din Europa ultimei glaciațiuni și probabil neanderthalienii nu au supraviețuit.

Reconstituirea arborelui genealogic al familiei umane din fosile de diferite vârste și din diferite locuri se face cu aceleași instrumente și tehnici ca pentru alte animale, cum ar fi caii sau hipopotamii. Evident, este implicată mai multă emoție în cercetarea rasei umane decât în cea a hipopotamilor. Dar dovada este acolo, undeva, iar paleontologii, antropologii, arheologii și alți specialiști continuă să pună piesele laolaltă. Au folosit astfel de dovezi pentru a-și da seama că hominizii, inclusiv *Homo sapiens*, au trăit mai întâi în Africa, de unde s-au răspândit. Există încă multe lucruri pe care nu le cunoaștem despre migrația primilor hominizi. Au fost mai multe valuri care au ieșit din Africa? Ce a condus la evoluția rapidă spre un creier mai mare care separă specia noastră de cele ale verilor noștri, primatele? Știința are de-a face cu „cum“, nu cu „de ce“. Acest lucru pare a fi cu precădere adevărat când ne gândim la strămoșii noștri și, așa cum spunea Huxley, la „locul omului în natură“.

Capitolul 36. Medicamente-minune



Există cinci milioane de trilioane de trilioane de bacterii pe pământ. Asta înseamnă 5×10^{30} sau 5 urmat de treizeci de zerouri – un număr uluitor. Bacteriile pot trăi aproape oriunde pe Terra: în sol, în oceane, pe pietrele din

adâncul pământului, în gheața arctică, în apa fierbinte care țâșnește din gheizere, pe pielea și în corpul nostru. Bacteriile fac tot felul de lucruri bune; fără ele, ce s-ar întâmpla cu toate mizeriile pe care le digeră? Beneficiem și noi de pe urma activității lor digestive. Bacteriile care trăiesc în intestinale noastre descompun hrana pe care o mâncăm și eliberează proteinele și vitaminele. Unele bacterii s-au dovedit a fi medicamente utile alături de alte microorganisme – ciupercile. Multora dintre noi ne-au fost deja prescrise câteva dintre aceste antibiotice.

În secolul al XIX-lea, oamenii de știință au descoperit cât de dăunătoare sunt unele bacterii, care produc boli și infectează plăgi. Capitolul 27 spune povestea felului în care a fost acceptată „teoria germenilor” care produc bolile. Imediat a început căutarea unor medicamente care să poată omorî bacteriile invazive fără a dăuna celulelor corpului. Era o goană după „glonțul de argint”, după cum s-a exprimat medicul german Paul Ehrlich (1854–1915). El a propus trei medicamente pentru vindecarea sifilisului, dar toate conțineau arsenic, care este otrăvitor, așa că trebuiau folosite cu precauție și aveau efecte secundare importante.

La jumătatea anilor 1930, farmacologul german Gerhard Domagk (1895–1964) a început să folosească elementul chimic sulf. (Farmacologia este studiul medicamentelor.) A produs un compus numit Prontozil, care era eficient împotriva mai multor boli provocate de bacterii. Unul dintre primii pacienți a fost fiica lui, care fusese infectată cu Streptococcus, o bacterie agresivă care provoacă infecții la nivelul pielii. Medicii spusese că singura cale de a o salva de o infecție care îi amenința viața era amputarea brațului. Prontozil a tratat cu succes infecția. Era eficient și împotriva scarlatinei și împotriva unei infecții bacteriene letale numite febra puerperală, care ucidea femeile după ce nașteau. Prontozilul a început să fie folosit pe scară largă după 1936 și a contribuit la scăderea semnificativă a numărului de morți. Acesta și alte medicamente pe bază de compuși de sulf erau printre cele mai bune pe care medicii le puteau prescrie împotriva infecțiilor bacteriene. Domagk a câștigat un Premiul Nobel în 1939 (deși la vremea aceea naziștii le interziceau germanilor să accepte astfel de recompense.)

Următorul Premiu Nobel pentru descoperirea unui medicament a venit în 1945. Trei bărbați – scoțianul Alexander Fleming (1881–1955), australianul Howard Florey (1898–1968) și refugiatul german Ernst Chain (1906–

1979) – au împărțit acest premiu pentru descoperirea penicilinei, primul medicament „antibiotic“. Un antibiotic este o substanță produsă de un microorganism care poate omorî alte microorganisme. El folosește în beneficiul nostru ceva ce se întâmplă permanent în lumea naturală. Penicilina a fost purificată dintr-o sursă naturală, microorganismul *Penicillium notatum*, un mușgai sau un fel de ciupercă. Puteți vedea inele mici de fungi de culoare albăstrui pe o bucată de pâine veche, de exemplu. Dacă vă place să mâncați ciuperci, puteți fi liniștiți. Mâncați un cu totul alt fel de fungi. Pe planetă există în jur de 1,5 milioane de specii de fungi. Au un ciclu de viață complex, care include stadiul de spori, care este similar cu semințele plantelor. Antibioticele actuale sunt create mai degrabă în laborator decât din surse naturale, dar ideea de bază este aceeași.

Povestea penicilinei a început în anii 1920. Ca mai toate poveștile bune, și aceasta are mai multe versiuni. Una dintre ele spune că, în 1928, un spor de mușgai a intrat pe fereastra deschisă a laboratorului lui Alexander Fleming de la spitalul Saint Mary din Londra. El a remarcat că bacteria pe care o creștea într-un vas Petri și-a întrerupt creșterea când sporul a aterizat pe ea. A identificat proveniența sporului de *Penicillium*, a mai făcut câteva cercetări și și-a publicat rezultatele, împărțându-le și celorlalți bacteriologi. Dar nu și-a dat seama la ce ar putea fi bun sporul respectiv. Așa că a lăsat lucrurile acolo unde erau: o observație de laborator ciudată, poate promițătoare.

Un deceniu mai târziu, Europa era aruncată în al Doilea Război Mondial. Războiul întotdeauna aduce cu sine epidemii de boli infecțioase, atât în rândul civililor, cât și în cel al militarilor. Așa că patologul Howard Florey, care se stabilise în Anglia, a fost rugat să găsească un medicament eficient împotriva infecțiilor. Unul dintre asociații săi, Ernst Chain, a început să citească tot ce a putut găsi, inclusiv vechiul articol al lui Fleming. După aceea a încercat să extragă substanța activă produsă de mușgaiul de penicilină. În martie 1940, asistentul lor de laborator, Norman Heatley (1911–2004), a găsit o cale mai bună de a obține substanța dorită. Pentru că lucrau în vremuri de război, trebuiau să se descurce cu resurse minime, folosind oale de noapte și putinele de lapte pe post de containere pentru a-și crește soluțiile de mușgaiuri. Testele pe șoareci au demonstrat că era foarte eficientă în controlarea infecțiilor. Dar purificarea miraculoasei substanțe era extrem de dificilă: era nevoie de o tonă de soluție nerafinată pentru a

produce două, trei grame de penicilină. Primul lor pacient a fost un polițist care s-a infectat după ce s-a înțepat cu un spin de trandafir. Când i s-a administrat medicamentul, starea lui s-a îmbunătățit pentru scurtă vreme. I-au filtrat urina pentru a extrage prețiosul medicament, dar omul a murit când stocul s-a terminat.

Marea Britanie din perioada războiului nu avea suficiente resurse ca să producă destulă penicilină pe cale industrială. Așa că, în iulie 1941, Florey și Heatley au zburat în SUA pentru a convinge companiile farmaceutice să preia această sarcină. Florey era un om de știință de modă veche. Credea că astfel de descoperiri erau pentru binele tuturor, deci nu ar fi trebuit patentate. (Patentele sunt o cale de a proteja ideile inventatorilor și de a se asigura că nimeni altcineva nu le poate copia.) Dar americanii aveau alte idei. Două companii îndeosebi au dezvoltat metode speciale de a produce penicilina pe scară largă. Pentru a recupera banii investiți în cercetare, au luat patentele, ceea ce însemna că nimeni nu putea copia metoda lor de a face medicamentele. În 1943, penicilina era disponibilă pentru militari și pentru uz civil, dar în cantitate limitată. S-a dovedit a fi eficientă împotriva streptococilor, precum și împotriva unor microorganisme care provocau pneumonia. În scurtă vreme s-au produs suficiente medicamente pentru a se asigura tratarea tuturor celor care aveau nevoie; altminteri, mulți ar fi murit în acea vreme, mai ales dintre soldații care au luptat până la sfârșitul războiului.

În timp ce Florey și echipa lui erau ocupați cu penicilina, Selman Waksman (1888–1973) lucra la proprietățile antibiotice ale bacteriilor. Waksman venise din Ucraina în SUA în 1910. Era fascinat de microorganismele care trăiau pe sol, ba chiar văzuse cum astfel de microorganisme uciseseră alte bacterii de pe sol. De pe la sfârșitul anilor 1930 încercase să izoleze compuși ai acestor bacterii care ar fi putut acționa ca antibiotice. Alături de studenții săi, a izolat mai multe substanțe, dar erau prea toxice pentru a fi folosite pe oameni. Apoi, în 1943, unul dintre studenții săi a izolat *Streptomyces*, din care s-a făcut medicamentul streptomycină. S-a dovedit eficient și nu foarte vătămător pentru pacienți. Ulterior, funcționa pe bacteriile care provocau tuberculoza, o boală letală care în secolul al XIX-lea care ucisesse mai mulți oameni decât orice altă boală. Deși în Occidentul anilor 1940 nu mai era atât de întâlnită, tot mai făcea ravagii în unele comunități. Victimele erau de obicei adulți tineri, iar moartea lor lăsa părinți distruși și copii fără părinți.

Penicilina și streptomicina au reprezentat doar începutul lungului șir de antibiotice și de alte substanțe chimice care vindecă bolile infecțioase. În anii de după al Doilea Război Mondial aceste medicamente au dus la creșterea optimismului oamenilor în legătură cu puterea medicinei de a combate și chiar de a eradica astfel de boli. În Occident, tot mai puțini oameni mai mureau de infecții și, cu excepția noilor infecții precum SIDA, tendința se menținea. E un lucru cert că tinerii din secolul XXI au șansa de a duce vieți mai sănătoase decât părinții sau bunicii lor.

Dar, dacă optimiștii din anii 1960 se uitau cu atenție la povestea unui „medicament miraculos” timpuriu, e posibil ca între timp să își fi dat seama că miracolele sunt destul de improbabile. Acest medicament timpuriu era insulina, folosită pentru tratarea diabetului încă din anii 1920. Diabetul e o boală cumplită. Dacă nu e tratată, organismul slăbește, victimele sunt emaciate, le este permanent sete, urinează frecvent și de obicei intră în comă și mor. Afecta de regulă tinerii, care mureau în aproximativ doi ani. E o boală complicată, dar în linii mari celulele speciale din pancreas – organ care se află lângă stomac – care produc în mod natural insulina nu își mai fac datoria. Insulina e un hormon, un „mesager” chimic și are grijă de menținerea unei cantități adecvate de zaharuri (glucoză) în sângele nostru.

În timp ce penicilina a apărut dintr-o întâmplare fericită, povestea insulinei este aceea a unei cercetări elaborate asupra modului de funcționare a organelor corpului uman. Cercetătorii arătasera deja rolul pancreasului prin excizarea acestuia de la câini sau alte animale care sufereau de boli asemănătoare cu diabetul. În vara lui 1921, la Universitatea din Toronto, profesorul J.J.R. Macleod (1876–1935) era plecat în vacanță. Un chirurg tânăr, pe nume Frederick Banting (1891–1941) și asistentul său, un excepțional student pe nume Charles Best (1899–1978) făceau o serie de experimente simple. Cu ajutorul unui biochimist, James Collip (1892–1965), au reușit să extragă și să purifice insulina din pancreasul câinilor. Când au administrat această insulină animalelor din experiment cărora le fusese îndepărtat pancreasul, acestea și-au revenit din diabet.

Insulina a fost descrisă ca „forța activității magice”. Puteau întoarce victimele acestui tip de diabet de pe calea unei morți sigure. Una dintre ele a fost Leonard Thompson, de 14 ani, prima persoană care a fost tratată cu injecții de insulină în 1922. Leonard era extrem de slăbit și era internat în

spital, tocmai pentru că era în această stare. Injecțiile i-au scăzut glicemia până la niveluri normale, s-a îngrășat și a putut părăsi spitalul, cu o seringă și un stoc de insulină în buzunar.

Un an mai târziu, Banting și profesorul Macleod au primit Premiul Nobel și au împărțit banii cu Best și Collip. O astfel de recunoaștere rapidă arată cât de importantă era considerată munca lor. Insulina a fost foarte importantă. A oferit ani buni de viață în plus multor tineri care altminteri ar fi murit. Dar ceea ce nu a oferit era o viață normală. Diabeticii trebuiau să aibă grijă la dietă, să-și facă injecții regulate cu insulină și să facă regulat teste de urină pentru verificarea glucozei. Totuși era mai bine decât nimic. Dar peste zece, 20 de ani, mulți diabetici au început să sufere de multe alte probleme: blocaj renal, boli de inimă, probleme de vedere, ulceratii dureroase la picioare care refuzau să se vindece. Insulina făcuse dintr-o boală fatală acută o problemă pe viață pe care oamenii trebuiau să o gestioneze. Aceeași problemă apare și în celălalt tip de diabet, care se întâlnește de obicei la persoanele cu exces de greutate și se numește diabet de tip II. Aceasta este cea mai comună formă și mulți oameni o fac. Dieta modernă conține mult prea mult zahăr și alimente procesate, iar obezitatea a devenit o epidemie globală. Știința medicală a fost de ajutor: pastilele pot scădea nivelurile de glucoză. Dar diabetul de tip II se confruntă cu același gen de probleme în partea a treia a vieții. Medicina nu este la fel de bună ca sistemele noastre naturale la reglarea glicemiei.

Natura ne-a arătat că ne putem baza pe penicilină și pe alte antibiotice. Aceste medicamente sunt încă folositoare, numai că bacteriile care provoacă bolile s-au adaptat la ele. Selecția naturală descoperită de Darwin se aplică întregii naturi și multe bacterii au dezvoltat sisteme de apărare împotriva antibioticelor care odinioară le omorau. Staphylococci și bacilul tuberculozei s-au dovedit a fi deosebit de adaptabile. Ca la toate creaturile vii, genele lor se modifică uneori, iar aceste mutații care le ajută să supraviețuiască sunt cele care se vor transmite generațiilor următoare. Tratarea infecțiilor a devenit astăzi un fel de joc de-a prinselea: dezvoltarea de noi medicamente pentru a ataca bacteriile care au evoluat să reziste la aproape toate medicamentele cu care le putem noi bombarda. O problemă recentă este SARM (Staphylococcus aureus rezistent la metilicilină). Stafilococul auriu este una dintre acele bacterii care în mod normal trăiesc în corpul nostru, chiar dacă poate provoca o infecție fie și după o banală zgârietură. Forma ei rezistentă la antibiotice e periculoasă. E întâlnită de obicei în spitale, pentru

că acolo se folosesc multe antibiotice, iar bacteriile care supraviețuiesc sunt de regulă cele care au dezvoltat rezistență. Și nu numai bacteriile ripostează la încercările noastre de a controla bolile. Unii dintre paraziții care produc malaria sunt și ei rezistenți la aproape toate medicamentele pe care le avem.

Acum știm că germenii au tendința de a dezvolta o rezistență când pacienții nu își urmează tratamentul până la capăt sau când li se dă o doză greșită. Se întâmplă acest lucru și când medicamentele sunt folosite greșit: de multe ori, pacienți care au infecții ușoare, răceli sau dureri în gât provocate de virusuri primesc în mod inadecvat antibiotice. (Antibioticele combat bacteriile, nu acționează în nici un fel asupra virusurilor.) Dacă doza voastră de antibiotic nu este suficientă pentru a ucide bacteria care provoacă boala, tratamentul poate ajuta bacteria să dezvolte rezistență la antibiotic. Pe viitor, e posibil ca astfel de bacterii să fie cauzele unor boli netratabile.

În ciuda tuturor acestor probleme, doctorii au la dispoziție multe medicamente puternice, mai multe ca niciodată. Unele, ca insulina, mai curând controlează boala decât o vindecă. Dar toate medicamentele moderne le-au dat oamenilor din lumea „dezvoltată” șansa de a trăi mai mult. În multe țări „în curs de dezvoltare” speranța de viață de asemenea a crescut. Dar rămân multe alte probleme serioase: nu e întotdeauna ușor să ajungi să fii văzut de un doctor, să te hrănești corespunzător, să bei apă curată sau să locuiești într-o casă confortabilă. De la începutul anilor 1990 încoace, diferențele între bogați și săraci s-au adâncit, și la fel s-a întâmplat cu diferențele dintre țările bogate și cele sărace. Nu ar trebui să se întâmple așa.

Astăzi, îngrijirile medicale sunt extrem de costisitoare. Folosim multe tehnologii inteligente pentru a diagnostica bolile și a le trata. Dezvoltarea și testarea medicamentelor noi costă infinit mai mult astăzi decât a costat odinioară producerea penicilinei. Așa că trebuie să învățăm să avem grijă de noi, dacă putem. Este în continuare la fel de adevărat ca întotdeauna că „prevenția e cel mai bun tratament”.

Capitolul 37. Elemente constitutive



Odată cu trecerea timpului, oamenii de știință au început să se specializeze tot mai mult pe domeniile alese. Totuși biologii fac în continuare și în mod tradițional tot biologie, chimiștii fac chimie, iar fizicienii, fizică. Prin

urmare, ce s-a întâmplat în anii 1930, când primii chimiști, apoi și fizicienii, au decis că trebuie să se ocupe ei de problemele biologiei? Chimia este despre felul în care reacționează și se combină substanțele. Dar era tot mai limpede că organismele vii – subiectul biologiei – erau făcute din câteva dintre elementele tabelului periodic al chimiștilor, cum ar fi carbonul, hidrogenul, oxigenul și azotul. Fizica este despre materie și energie, care la vremea aceea era deja plină de atomi și de particulele lor subatomice. Oare aceasta nu era o cale de a înțelege mai bine elementele chimice? Ca să rezumăm, nu ar putea chimia și fizica să explice organismele vii ca o serie de reacții chimice și structuri atomice? Și să ofere astfel un răspuns celei mai vechi întrebări a științei: ce este viața?

În primele decenii ale secolului XX, Thomas Hunt Morgan a folosit musculițele de oțet pentru a explica ce sunt cromozomii din nucleul celulelor, care purtau lucrurile care aveau legătură cu ereditatea. „Chestii” era un cuvânt foarte bun. Geneticienii au devenit foarte buni în a arăta ce erau aceste chestii. Au putut arăta cum, pe diferite segmente de cromozom, gene diferite puteau determina dezvoltarea unui ochi sau a unei aripi. Au putut chiar arăta cum mutațiile produse de razele X puteau duce la forme neobișnuite ale aripii, deoarece, credeau ei, aceste raze afectau genele. Numai că nu știau ce era o genă.

Proteinele puteau fi genetice? Proteinele sunt fundamentale pentru multe reacții care au loc în organismele noastre. Proteinele au fost primul grup de compuși studiați sistematic de biologii moleculari. Cum sugerează și numele, biologia moleculară este știința care studiază chimia moleculelor în ființele vii, precum și felul în care funcționează ele. Proteinele sunt în general molecule mari, complexe. Ele sunt alcătuite din grupuri de aminoacizi, care sunt compuși mai mici și mai simpli decât proteinele. Fiind mai simpli, a fost mai ușor de aflat din ce erau făcuți aminoacizii prin folosirea unor analize și sinteze chimice obișnuite. În jur de 20 de aminoacizi sunt elementele constitutive care, în diferite combinații, alcătuiesc proteinele din plante și din animale.

Cum se îmbină acești aminoacizi pentru a alcătui proteinele era însă o întrebare mult mai dificilă. Aici începea rolul fizicii: se pare că razele X puteau furniza o soluție. Primul lucru a fost crearea unui cristal de proteine pentru a fi studiat. Apoi cristalul a fost bombardat cu raze X. Când razele X

loveau cristalul, ele se îndoiu când treceau prin el ori se reflectau înapoi într-un tipar particular, cunoscut ca tipar de difracție. Fenomenul putea fi capturat pe o placă fotografică.

Citirea tiparelor capturate pe placă fotografică era un lucru dificil. Ceea ce se vede este o imagine elaborată a numeroase și numeroase puncte și umbre. Ne uităm la o imagine plană, bidimensională, dar trebuie să gândim tridimensional, iar folosirea unor ochelari 3D nu ajută. Așa cum trebuie să fim capabili să vizualizăm imaginea, trebuie să știm chimie și să înțelegem cum se îmbină elementele. Și mai trebuie să fim buni și la matematică. Cea care a acceptat această provocare a fost chimista Dorothy Hodgkin (1910–1994), care lucra la Universitatea Oxford. Ei și cercetărilor sale în cristalografia cu raze X le datorăm în bună parte ceea ce știm despre structura penicilinei, a vitaminei B12 și a insulinei; a câștigat Premiul Nobel în 1964.

Linus Pauling (1901–1994) a folosit și el cu mare abilitate razele X pentru a afla structura compușilor chimici. Într-o serie excepțională de experimente, el și colegii săi au fost capabili să demonstreze că, dacă din structura unei molecule de hemoglobină din globulele roșii ale sângelui lipsea fie și un singur aminoacid, această lipsă provoca boli grave: anemia celulelor în seceră. (În loc să fie rotunde, globulele roșii care conțin această hemoglobină au formă de seceră.) Această abatere moleculară este întâlnită mai ales în Africa, unde malaria este în continuare prezentă. Acum se cunoaște marele beneficiu al acestei abateri, căci celulele în seceră ajută la combaterea celei mai grave forme de malarie. Acesta este un exemplu de evoluție umană în acțiune. Oamenii cu această singură trăsătură (moștenită în felul în care Mendel a demonstrat mai întâi cu mazărea) sunt moderat anemici, dar sunt mai rezistenți la malarie. Indivizii care moștenesc celulele în seceră de la ambii părinți au anemie severă. Simptomele acestui tip de anemie au fost identificate la începutul secolului XX. 50 de ani mai târziu, Pauling a folosit noile tehnici ale biologiei moleculare pentru a înțelege ce se întâmplă; cercetarea lui a inaugurat o nouă eră în medicină: medicina moleculară.

După succesul cu proteinele, Pauling aproape a obținut cel mai mare premiu: dezvăluirea structurii moleculare a genelor. Experimentele sale cu raze X au arătat că multe proteine, precum cele care alcătuiesc părul și mușchii sau poartă oxigenul în moleculele de hemoglobină, au forme speciale. Adesea

erau răsucite într-o spirală (helix). La începutul anilor 1950, mulți oameni de știință au crezut că genele sunt făcute din acid dezoxiribonucleic. Acest compus este mai bine cunoscut ca ADN, ceea ce este mult mai ușor de pronunțat. ADN-ul a fost descoperit în 1869, dar a durat multă vreme până s-a înțeles cum arată și ce ar putea face. În 1952, Pauling a sugerat că era o moleculă lungă, spiralată, făcută din trei fire împletite împreună; ceea ce s-a numit triplu helix.

În timp ce Pauling lucra în California, două echipe din Anglia îi suflau în ceafă. La Londra, la King's College, fizicianul Maurice Wilkins (1916–2004) și chimista Rosalind Franklin (1920–1958) deveneau biologi moleculari. Franklin s-a dovedit a fi deosebit de bună la producerea și citirea fotografiilor realizate prin cristalografie cu raze X. La Cambridge, un tânăr american, James Watson (n. 1928) a renunțat la interesul lui anterior pentru ornitologie și a făcut echipă cu Francis Crick (1916–2004). Crick a studiat fizica și, după ce a lucrat la Amiralitate ca fizician în timpul celui de-al Doilea Război Mondial, s-a întors la universitate ca student toamnă, de data aceasta ca să studieze biologia. Watson și Crick vor forma una dintre cele mai faimoase echipe din istoria științei.

Crick a împărtășit experiența sa în analiza cu raze X a structurii proteinelor. El și cu Watson știau că ADN-ul se găsește în nucleul celular, adică același component al celulei pe care Morgan o studiase cu 30 de ani înainte. Din decupaje de hârtie au construit modele care să-i ajute să vadă posibilele structuri ale ADN-ului. Au beneficiat și de fotografiile lui Franklin. La începutul lui 1953 au creat un nou model, care se potrivea cu toate datele razelor X. Acesta, spuneau ei, era cel corect. Au sărbătorit într-un local în seara aceea și s-a dus vestea că cei doi susțineau că descoperiseră „secretul vieții”.

Dacă tovarășii de pahar din seara aceea au fost probabil în ceață, întrebându-se ce voiau să spună, cititorii săptămânalului științific *Nature* aveau să afle curând. Crick și Watson și-au publicat descoperirile în numărul din 25 aprilie 1953, care includea și un articol al echipei de la Londra, a lui Wilkins și Franklin. Dar Crick și Watson au fost cei care au dovedit că ADN-ul este făcut din două lanțuri răsucite, nu din trei, cum susținuse Pauling. Lanțurile erau ținute laolaltă prin bucăți transversale, așa că arătau ca un fel de scară lungă, flexibilă, răsucită în spirală. Cadrele verticale ale scării sunt un fel de

zaharide – partea D sau dezoxiribo din moleculă și fosfați. Fiecare treaptă a scării este făcută dintr-o pereche de molecule: fie adenină cu timină, fie citozină cu guanină. Acestea au devenit cunoscute ca „perechi de bază” de molecule. Așadar, dacă aceasta era structura, cum explica ea „secretul vieții”?

Perechile de bază sunt legate între ele prin legături de hidrogen. Când celulele se divid, legăturile se desfac, ca și cum „s-ar desface fermoarul”. Acum, cele două jumătăți prezintă trăsăturile pentru două lanțuri identice, care vor fi făcute de celulă. Așadar Watson și Crick au arătat cum se pot transmite genele de la părinți la urmași și cum celulele „fiică” vor conține același set de gene ca celula „mamă” originală. Era simplu și elegant și imediat a părut evident. În 1962, când comunitatea științifică a acceptat întru totul structura și rolul ADN-ului, Crick, Watson și Wilkins au împărțit Premiul Nobel. Numai trei persoane pot împărți oficial premiul. Dar Rosalind Franklin nu a fost ignorată: ea murise în 1958, la numai 38 de ani, din cauza unui cancer ovarian.

Alături de alții, Crick a continuat să explice de ce genele sunt atât de importante pentru organismele vii, în afară de rolul lor în moștenire. Ceea ce fac genele în activitatea lor zilnică este să producă proteine. „Codul genetic” este făcut din trei trepte învecinate ale scării și fiecare tripletă de trepte (sau „codon”) este responsabilă pentru un singur aminoacid. Crick a arătat cum mici porțiuni din molecula de ADN furnizează codurile pentru aminoacizii care fac proteine precum hemoglobina și insulina. Geneticienii și-au dat seama că ordinea perechilor de bază din molecula de ADN este crucială, întrucât determină care aminoacizi vor fi construiți în proteine. Proteinele sunt molecule foarte complexe, uneori cu o duzină de aminoacizi, așa că e nevoie de o secvență mai lungă de ADN pentru a face o astfel de proteină.

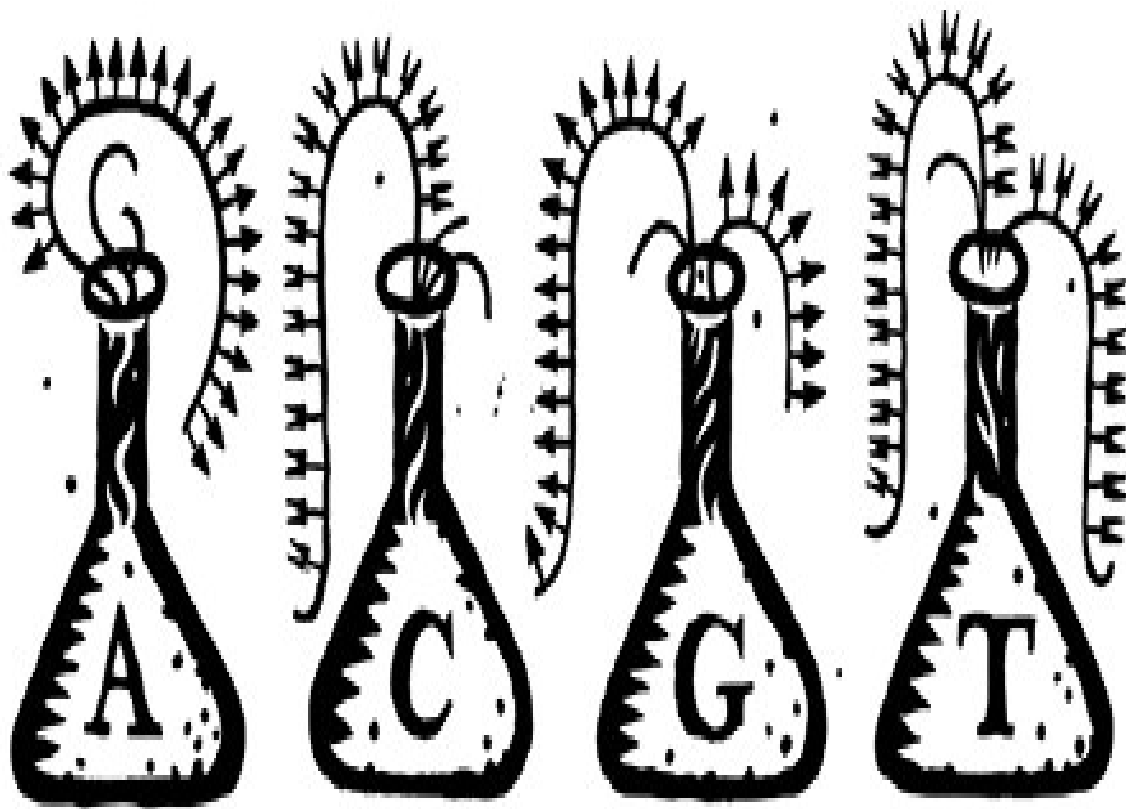
Odată înțelese funcțiile de bază ale ADN-ului, oamenii de știință puteau să își dea seama ce observase Morgan în camera lui cu musculițe. Morgan s-a uitat la caracteristicile vizibile ale întregului organism, în cazul lui musculița cu ochi albi, normali, sau mutanta cu ochi roșii. Acest gen de trăsătură vizibilă se numește fenotip. De acum, oamenii de știință puteau începe să lucreze la un nivel aflat sub organismul luat ca întreg, adică la nivelul genelor – este ceea ce se numește genotip.

Descoperirea structurii ADN-ului a reprezentat un punct de cotitură în istoria biologiei moderne. A demonstrat că biologii puteau înțelege lucrurile la nivelul moleculelor din celule, care ținuseră înainte de domeniul chimiștilor. Acum, asta își dorea toată lumea să facă. Ultimele cercetări au dezvăluit că aminoacizii și proteinele erau făcuți din celulele citoplasmei, adică din lichidul din afara nucleului. Aflarea modului în care funcționează această mică fabrică de proteine a implicat și descoperirea ARN-ului. Acest acid ribonucleic, similar cu ADN-ul, cu numai un lanț, nu cu două, are un alt tip de zaharidă. ARN-ul are un rol important în transmiterea informației de la ADN din nucleul celulei la fabrica de proteine din citoplasmă.

Biologii moleculari au transformat cunoștințele oamenilor despre originea bolilor. Au descoperit cum își fac treaba proteine precum hormonul insulină, care reușește să regleze nivelul glicemiei. Au dobândit o mai bună înțelegere a cancerului, una dintre cele mai temute boli ale lumii moderne. Deși cancerul se pot răspândi în tot corpul, devenind o boală generalizată, ele încep cu o singură celulă mutantă care se comportă greșit și nu își oprește diviziunea când ar trebui. Aceste celule scăpate de sub control sunt lacome. Folosesc nutrimentele organismului și, dacă se răspândesc la un organ vital, îi perturbă funcționarea, conducând la alte boli. A afla cum se întâmplă asta la nivel molecular era esențial pentru a putea găsi medicamente mai bune care să poată încetini procesul sau chiar să îl oprească.

Studierea acestor procese dinamice este dificilă în organisme mari, complicate, precum cele umane, așa că o mare parte din munca biologilor moleculari se bazează pe folosirea unor organisme mai simple. O mare parte din cercetările timpurii despre funcțiile ADN-ului și ale ARN-ului au fost făcute pe bacterii, iar cercetările pentru cancer se fac pe șoareci. Transpunerea acestor descoperiri la om nu e ușoară, dar așa operează știința modernă: se merge de la simplu la complex. Această metodă ne-a ajutat să înțelegem procesul care a îndrumat evoluția milioane de ani. În cele din urmă, s-a dovedit că ADN-ul este molecula care ne controlează destinele.

Capitolul 38. Citind „Cartea Vieții”: Proiectul Genomului Uman



Oamenii au în jur de 22 000 de gene (numărul precis este încă în discuție). De unde știm? Pentru că oamenii de știință din toată lumea colaborează la Proiectul Genomului Uman. Acest proiect uriaș, ambițios, numără genele

folosind secvențierea ADN și răspunde la întrebarea lăsată deschisă după ce Crick și Watson au descoperit structura ADN. „Secvențiere“ înseamnă poziționarea pe cromozom a fiecăreia dintre cele trei miliarde de perechi de bază de molecule care compun genomul. Sunt enorm de multe molecule de adenină și timină, citozină și guanină, aranjate pe dublul helix, în nucleul fiecăreia dintre celulele noastre.

Dacă înțelegerea ADN-ului ne dă cheia „secretului vieții“, Proiectul Genomului Uman are ambiția de a citi „cartea vieții“. Pentru că tot genomul cu genele lui este numai și numai despre individ, despre tine, de la culoarea părului la forma degetului mic de la picior. Este și despre lucruri care nu pot fi văzute atât de lesne: instrucțiuni pentru ca un ovul fertilizat să devină două celule, apoi patru și tot așa mai departe până la fătul din pântece. Genomul controlează programele biologice din celulele care produc proteine precum hormonul insulină, pentru a regla nivelul glicemiei. Coordonează programele pentru substanțele chimice din creier care transmit mesaje de la un nerv la altul.

Proiectul Genomului Uman a început în 1990 și ar fi trebuit finalizat până în 2005. Dar într-un moment dramatic al științei, pe 26 iunie 2000, cu cinci ani înainte de termenul-limită, s-a întâmplat ceva neobișnuit. Cu mare pompă, într-o transmisiune live, președintele SUA și premierul Marii Britanii au anunțat că prima schiță a proiectului fusese terminată. Erau însoțiți de câțiva oameni de știință care participaseră la lucrare, dar prezența celor doi lideri mondiali a fost un indiciu clar al importanței înțelegerii genomului.

Aveau să mai fie necesari trei ani, până în 2003, pentru a realiza o mai bună versiune a acestei cărți a vieții, completând golurile și corectând cele mai multe erori. Dar, chiar și așa, era cu doi ani înaintea datei programate. În anii în care s-a derulat acest proiect metodele și tehnologia folosite de oamenii de știință, mai ales asistența furnizată de computere, a avansat de asemenea.

Proiectul genomului s-a dezvoltat din deceniile de cercetare care au urmat descoperirii ADN-ului. După dezvăluirile lui Crick și Watson din 1953, un lucru important de făcut era clonarea lanțurilor de ADN, pentru a dispune de mai mult dintr-o parte anume a moleculei de ADN care se dorea a fi studiată. În 1960, biologi moleculari și-au dat seama cum s-ar fi putut realiza acest lucru folosindu-se enzime și bacterii. Enzimele sunt proteine care pot face

tot felul de lucruri, în funcție de structura lor individuală. Aici erau folosite pentru a îndeplini una dintre sarcinile lor firești: să taie ADN-ul în secțiuni mici. Aceste secțiuni mici erau apoi inserate într-o bacterie printr-o metodă specială. Bacteriile se reproduc foarte repede, iar când aceste bacterii se reproduceau, făceau și copii ale secvențelor adăugate de ADN. Aceste copii, clone, puteau fi considerate recolte pentru cercetările viitoare. Procesul a generat mult entuziasm, dar acesta era numai începutul. Celule întregi pot fi clonate, la fel și bucăți de ADN. O oaie pe nume Dolly a fost primul mamifer clonat dintr-o celulă adultă de la o oaie. Ea s-a născut în 1996 și a murit în 2003. Tehnica clonării continuă să se dezvolte, fiind unul dintre cele mai incitante domenii noi din biologia moleculară.

Acum, că oamenii de știință aveau foarte multe părți de ADN cu care puteau face experimente, au început să încerce să rezolve problema secvențierii ADN: stabilirea ordinii perechilor de molecule de bază în ADN. Aceasta a fost intenția biologului molecular englez Frederick Sanger (1918–2013), care lucra la Cambridge. Sanger câștigase deja un Premiu Nobel în 1958 pentru stabilirea ordinii aminoacizilor în proteina care este insulina.

Una dintre diferențele-cheie dintre aminoacizi și ADN este aceea că ADN-ul este mult mai lung și are mult, mult mai multe perechi de bază decât numărul de aminoacizi din proteine. De asemenea, fiecare aminoacid este mai puțin asemănător din punct de vedere chimic, în vreme ce bazele ADN-ului sunt foarte asemănătoare, motiv pentru care sunt mult mai greu de evidențiat separat. Bazându-se pe activitatea sa anterioară și folosindu-se și de lucrările altora, Sanger a descoperit o modalitate de a pregăti lanțuri scurte de ADN folosind etichete radioactive, substanțe chimice și enzime. A adaptat diferite metode biochimice pentru a găsi o modalitate de a separa adenina, timina, citozina și guanina una de cealaltă. În acest scop s-a folosit de faptul că, în calitate de compuși chimici, au proprietăți fizice și chimice ușor diferite. Cele mai bune rezultate au apărut în urma unui proces numit electroforeză.

Pentru a se asigura că rezultatele sale erau suficient de corecte, Sanger și echipa au procesat numeroase copii din fiecare lanț de mai multe ori și au comparat rezultatele. Era un proces repetitiv, foarte cronofag. Dar prin folosirea multor lanțuri scurte din molecula lungă și apoi cercetarea capetelor acestora, au reușit să pună lanțurile cap la cap și să producă o

secvență citibilă de ADN. În 1977 au avut primul succes în citirea genomului unui organism. Era unul umil, un biet bacteriofag numit phi X 174. Bacteriofagii sunt virusuri care infectează bacteriile, iar phi X 174 era folosit adesea ca instrument în laboratoarele de biologie moleculară. În 1980, Sanger a câștigat al doilea Premiu Nobel pentru munca sa valoroasă.

Următoarele ținte ale genomului au fost tot organisme de laborator. În ciuda dificultății imense de a produce o secvență ADN citibilă, biologii și-au continuat cercetările. Între timp, inovațiile din domeniul computerelor i-au ajutat cu analiza modelelor bazelor de pe lanțurile scurte. Oamenii de știință s-au grăbit să le utilizeze. Dacă ar fi știut exact ce gene are un organism și ce proteină poate produce fiecare genă, ar fi fost capabili să înțeleagă efectiv cum este făcut un organism celulă cu celulă, de la un ovul fertilizat la adult.

Musculița de oțet era un candidat evident pentru cercetările lor. Thomas Hunt Morgan, încă înainte de 1950, lucrase deja mult asupra tiparelor moștenite la această specie și întocmise și o hartă rudimentară a genelor. Un alt candidat era un vierme mic, rotund, numit *Caenorhabditis elegans*. Cu o lungime de numai un milimetru, are exact 959 celule, inclusiv un sistem nervos simplu. Acum, poate nu va fi fiind idealul nostru de animal de companie, dar pentru Sydney Brenner (1927–2019) a fost animalul de laborator preferat, și asta pentru mulți ani la rând. Brenner a venit la Cambridge în 1956, de la Laboratorul de Biologie Moleculară din Africa de Sud. Din 1960 a început să cerceteze dezvoltarea acestui vierme, dat fiind că celulele lui erau ușor de văzut. S-a gândit că ar fi fost posibil să determine exact care celule din viermele embrion se transformă în adult. A sperat că, dacă ar fi putut afla genomul viermelui, ar fi putut face legătura dintre genele acestuia de felul în care viermele își îndeplinește funcțiile vitale.

De-a lungul cercetărilor, Brenner și echipa sa au aflat multe despre viața de zi cu zi a celulelor unui animal, inclusiv despre una dintre cele mai importante funcții pe care o celulă trebuie să o îndeplinească: să moară când i-a venit vremea să moară. Plantele și animalele produc permanent celule noi: gândiți-vă cum vi se exfoliază pielea după ce petreceți mai mult timp în baie. Scăpăm de materia moartă și facem loc celulelor noi, tinere de dedesubt. Tot acest ciclu al vieții și morții din interiorul unui organism este o trăsătură obișnuită a naturii, iar genele programează acest proces. De aceea celulele canceroase sunt atât de periculoase: ele nu știu când trebuie să

moară. Încercarea de a influența genele care au ratat transmiterea către celule a informației că diviziunea trebuie să se oprească, constituie o parte importantă a cercetării moderne a cancerului. Brenner și doi dintre colegii săi au câștigat Nobelul în 2002 pentru munca lor cu modestul viermișor rotund.

În aceeași perioadă, unul dintre acești colegi, John Sulston (1942–2018), conducea echipa britanică din cadrul Proiectului Genomului Uman. Proiectul reprezintă un simbol al științei moderne. În primul rând, a fost foarte costisitor și includea mii de oameni. Oamenii de știință de azi sunt rareori niște lupi singuratici și e firesc ca lucrările științifice publicate azi să aibă zeci sau chiar sute de coautori. Activitatea actuală poate necesita mai mulți indivizi cu abilități diferite. S-au dus vremurile în care William Harvey cerceta singur inima, iar Lavoisier o avea drept unic asistent de laborator pe soția sa. Mai multe laboratoare lucrează astăzi la secvențierea genomului uman. Au împărțit cromozomii între ele, ceea ce a necesitat cooperare și încredere; fiecare laborator trebuia să producă secvențe la aceleași standarde înalte. Pentru aceasta erau necesare mai multe porțiuni mai mici de ADN, iar apoi analiza computerizată le potrivea într-o singură secvență. Funcționarea acestor laboratoare era foarte scumpă, așa că era nevoie de finanțări generoase. În SUA finanțarea era asigurată prin laboratoarele susținute de stat prin Institutul Național de Sănătate (INS) și din alte structuri. În Marea Britanie, o primă subvenție guvernamentală și o mare organizație privată de caritate care se ocupa de cercetare, Wellcome Trust, au plătit pentru cercetare. Guvernele francez și japonez au finanțat laboratoare mai mici, dând amploare cu adevărat internațională proiectului.

În al doilea rând, proiectul – și, la drept vorbind, știința însăși – ar fi imposibil fără computer. Oamenii de știință trebuiau să analizeze cantități uriașe de informații în timp ce studiau fiecare lanț de ADN și încercau să vadă unde începe și unde se termină. Pentru oameni ar fi copleșitor, dar computerele puteau rezolva rapid problema. Multe proiecte științifice din ziua de azi includ prezența umană numai ca să aibă cine supraveghea programele computerizate, nicidecum musculițele de oțet sau eprubetele de testare.

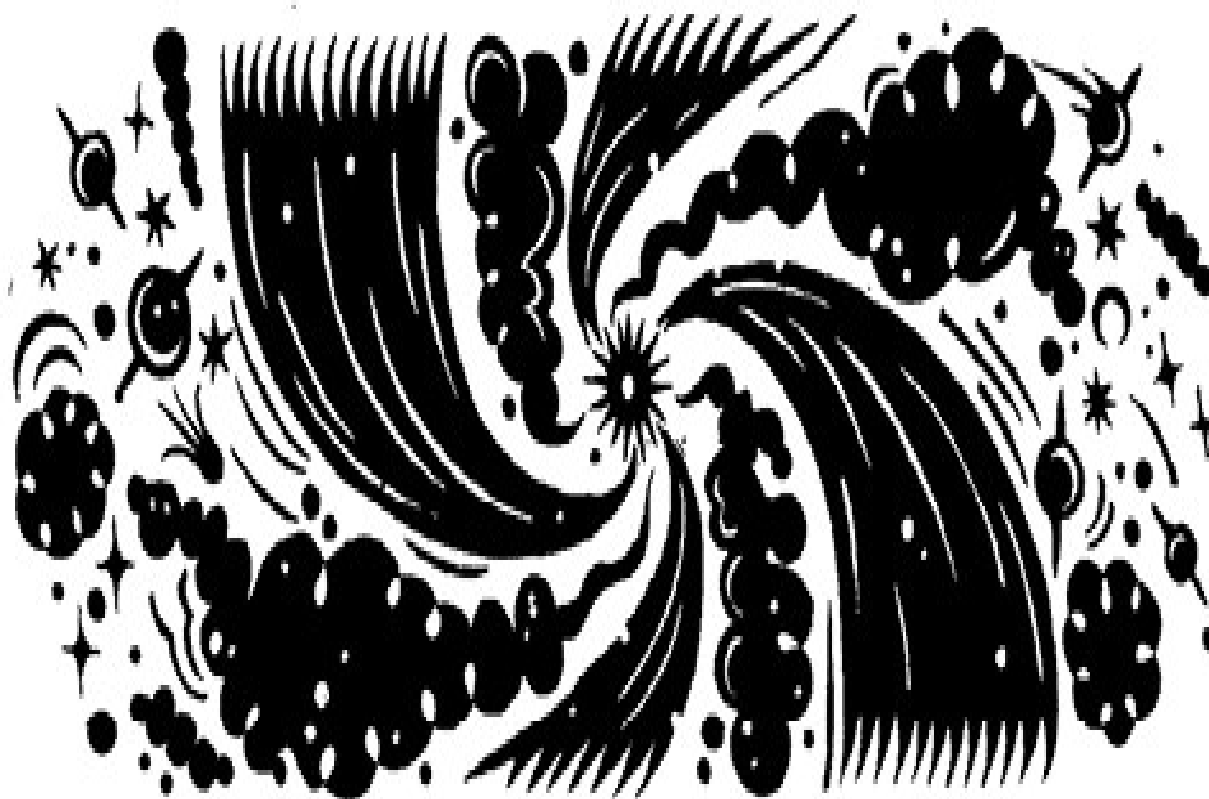
În al treilea rând, știința modernă este o afacere imensă, în care intră sume uriașe de bani, dar poate genera câștiguri cel puțin la fel de mari. Proiectul

Genomului Uman a devenit o cursă între grupurile finanțate din fonduri publice și o companie privată înființată de antreprenorul american Craig Venter (n. 1946). Venter, om de știință talentat, a ajutat la dezvoltarea unor echipamente computerizate care puteau grăbi secvențierea ADN. Voia să fie primul care să decripteze genomul uman, să-și patenteze rezultatul și să taxeze oamenii de știință și companiile farmaceutice pentru folosirea informației sale. Rezultatul final a fost un compromis. Genomul uman în întregul lui este disponibil gratis, dar câteva dintre metodele prin care această informație poate fi folosită pot fi patentate; așadar medicamentele rezultate sau testele de diagnostic pot fi vândute pentru profit. Evident, oamenii de azi plătesc ca să-și facă secvențierea ADN, sperând că astfel vor afla cum să își păstreze sănătatea și să se ferească de bolile care i-ar putea afecta în viitor.

În sfârșit, acest proiect este un exemplu viu pentru „campaniile publicitare excesive” din jurul demersurilor științifice importante de astăzi. Oamenii de știință trebuie să concureze între ei pentru fondurile care nu sunt suficiente și uneori exagerează importanța propriilor cercetări pentru a obține subvențiile. Jurnaliștii își redactează articolele adăugând și ei o poleială sclipitoare, deși adevărata știință nu are nimic de-a face cu știrile. Orice anunț despre o nouă descoperire sau progres major crește așteptările publicului că un leac sau un tratament miraculos e imediat după colț, doar să întindem mâna și să-l luăm. Dar știința e o afacere de durată, asta dacă dorim ca și efectele ei să fie de durată. În fiecare zi se acumulează noi cunoștințe și noi terapii sunt introduse cu regularitate. Dar în general știința înaintează cu pași mici, iar campaniile media sunt rareori corecte.

Oricum, e o mare realizare faptul că suntem capabili să citim genomul uman, căci astfel avem o înțelegere mult mai precisă a stării de sănătate și a bolii. În timp, ne va ajuta să dezvoltăm medicamente noi împotriva cancerului, pentru bolile de inimă, diabet, demență și alți ucigași tăcuți ai lumii moderne. Toți ne dorim să ducem o viață mai sănătoasă ca rezultat al acestei munci importante, care a implicat oameni de știință din multe domenii și din multe țări.

Capitolul 39. Big Bang



Dacă s-ar face un film despre istoria universului, ce s-ar întâmpla dacă l-am derula înapoi? Cu cinci miliarde de ani în urmă probabil că planeta noastră ar dispărea, dat fiind că probabil atunci s-a format din resturi ale sistemului

nostru solar. Ce s-ar întâmpla dacă am continua să derulăm înapoi, spre începuturi? Big Bang: o explozie atât de puternică, încât forța și temperatura ei s-au resimțit și 13,8 miliarde de ani după aceea.

Cel puțin asta au început să sugereze, tot mai răspicat, oamenii de știință, începând cu anii 1940. Universul ar fi început dintr-un punct, o stare inimaginabil de fierbinte, de densă, iar ceea ce a urmat a fost Big Bang. Din acest moment, a urmat răcirea și extinderea, antrenând galaxiile spre exteriorul acestui punct originar. Universul nostru este dinamic și interesant, iar în el noi suntem cele mai mici dintre cele mai mici puncte. Este alcătuit din stele, planete și comete care compun galaxiile vizibile, dar există și mult „invizibil”: găurile negre și mult mai abundenta „materie neagră” și „energie neagră”.

Așadar Big Bang a avut într-adevăr loc și poate explica universul? Desigur, nimeni nu a fost acolo, la începuturi, ca să filmeze momentul. Și înainte de Big Bang ce a fost? E imposibil de răspuns cu deplină certitudine la aceste întrebări, dar ele implică foarte multă fizică, precum și cosmologie (studiul universului). Ele au generat multe dezbateri în ultima jumătate de secol. Și discuțiile continuă.

În jurul anului 1800, newtonianul francez Laplace și-a dezvoltat ipoteza despre nebuloasă (Capitolul 18). El susținea în principal că sistemul solar s-a dezvoltat dintr-un nor uriaș de gaz. A convins mulți oameni că Pământul avea o istorie foarte veche, ceea ce îi explica în mare măsură caracteristicile, cum ar fi căldura din interior, fosilele și alte trăsături geologice. Mulți oameni de știință din secolul al XIX-lea au dezbătut cu înflăcărare despre vârsta Pământului și galaxia noastră, Calea Lactee. În zorii secolului XX, două direcții radicale au deturnat întrebările.

Prima era teoria generală a relativității a lui Einstein, cu implicațiile ei importante pentru spațiu și timp (Capitolul 32). Insistând că acestea două erau intim legate ca „spațiu-timp”, demersul matematic al lui Einstein sugera și că spațiul era curbat; prin urmare, geometria lui Euclid nu furniza o explicație adecvată a distanțelor mari din spațiu. În universul lui Euclid, liniile paralele rămân paralele la nesfârșit și nu se ating niciodată. Dar asta însemna că spațiul era plat. Într-o lume plată, euclidiană, suma unghiurilor unui triunghi este întotdeauna de 180 de grade. Dar, dacă măsurăm

triunghiul pe un glob, cu suprafața lui curbată specifică, teorema nu mai funcționează. Și dacă spațiul însuși e curbat, avem nevoie de forme diferite de matematică pentru a-l aborda adecvat.

Acceptând adevărurile esențiale din lucrările geniale ale lui Einstein, fizicienii și cosmologii aveau raționamente noi de făcut. Revoluția provocată de Einstein a fost în mare măsură una teoretică, în vreme ce a doua evoluție majoră, cea din cosmologie, nu a fost deloc teoretică. Era întemeiată solid pe observații, mai ales pe cele ale astronomului american Edwin Hubble (1889–1953). Hubble a fost omagiat în 1990, când o navetă spațială a pus pe orbita Pământului un telescop spațial care îi purta numele. Telescopul Spațial Hubble a dezvăluit recent mult mai multe decât s-ar fi putut vreodată vedea la Observatorul de pe Muntele Wilson, din California. Dar în 1920 Hubble a văzut mai departe decât orice alt astronom de dinaintea lui. A arătat că galaxia noastră, Calea Lactee, nu este nici măcar începutul sfârșitului universului. Este una dintre nenumăratele mii de alte galaxii, care se întind mult mai departe decât poate ajunge puterea telescopului.

Cosmologii și-l amintesc pe Hubble și pentru numărul său special, „constantă” legată de numele său. (Poate vă amintiți de constanta lui Planck, care era o idee similară.) Când lumina se îndepărtează de noi, spectrul undelor sale se mută spre capătul roșu al spectrului vizibil. Fenomenul este numit „deplasare spre roșu”. Dacă se mișcă spre noi, undele se deplasează spre capătul celălalt al spectrului și are loc fenomenul de „deplasare spre albastru”. Acesta este un efect pe care astronomii îl pot măsura ușor și e produs de același lucru care face trenurile să se audă diferit, după cum se apropie sau se depărtează de noi. Ceea ce a văzut Hubble este că lumina stelelor îndepărtate se deplasează spre roșu și, cu cât steaua este mai îndepărtată, cu atât amplitudinea deplasării e mai mare. Asta i-a indicat că stelele se mișcă, depărtându-se de noi, și, cu cât sunt mai departe, cu atât se mișcă mai repede. Universul este în expansiune și se pare că o face tot mai repede. Hubble a măsurat distanța de la stele și amplitudinea deplasării spre roșu. Când le-a pus pe un grafic, măsurătorile lui au dat o linie destul de dreaptă. De aici a calculat „constantă lui Hubble”, despre care a publicat un important articol în 1929. Acest număr extraordinar le-a oferit cosmologilor o metodă de a calcula vârsta universului.

De atunci, constanta lui Hubble a fost rafinată. Noi observații au dus la descoperirea unor stele și mai depărtate, iar acum putem face măsurători mai precise ale deplasării spre roșu. Unele dintre aceste stele sunt la milioane de ani-lumină distanță. Un an-lumină înseamnă aproximativ șase trilioane de mile terestre. O rază de Soare are nevoie de numai opt minute pentru a atinge Pământul. Dacă raza de lumină este reflectată înapoi la Soare, ar putea face în jur de 32 000 de călătorii de întoarcere într-un an; aceasta este o altă cale de a arăta despre ce distanță este vorba aici. Și despre ce perioade imense. O parte din ceea ce vedem noi pe cerul nopții este lumina care și-a început călătoria cu foarte, foarte multă vreme în urmă, plecând de la stele care între timp s-au stins. Pentru a obține o valoare cu adevărat precisă pentru constanta lui Hubble, trebuie să știm cât de departe de noi sunt aceste foarte îndepărtate stele și galaxii. Dar, chiar și așa, cu toate dificultățile, importanța constantei este că ne poate spune aproximativ de când și cât călătoresc aceste corpuri cerești. Aceasta ne dă vârsta universului, începând cu Big Bang.

Big Bang a fost popularizat prin anii 1940 de George Gamow (1904–1968), un pitoresc om de știință de origine rusă care venise în America la începutul anilor 1930. Avea o minte minunată de creativă și a contribuit cu idei la biologia moleculară, precum și în fizică și la teoria relativității. Alături de colegi, a cercetat la nivel micro felul în care nucleul unui atom emite electroni (particule beta). La scară mare, a încercat să afle cum se formează nebuloasele (nori imenși de particule fierbinți și de praf cosmic). Teoria sa a Big Bangului, la care a lucrat alături de alți colegi din 1948, era construită pe cunoașterea celor mai mici constituenți ai atomului, combinată cu un model a ceea ce s-ar fi putut întâmpla când a început universul.

În primul rând, constituenții: particule și forțe. La sfârșitul anilor 1940, o parte a fizicii a fost denumită electrodinamică cuantică sau, prescurtat, QED. Omul care a ajutat la înțelegerea lucrurilor a fost fizicianul american Richard Feynman (1918–1988). El este faimos pentru diagramele pe care le desena (uneori și pe șervețele, în restaurante) pentru a-și explica teoriile și matematica, dar și pentru cântatul la tobe bongo. A câștigat Premiul Nobel pentru Fizică în 1965, mai ales pentru munca sa în domeniul QED, căreia i-a furnizat instrumente matematice foarte complicate pentru a descrie cele mai mici particule și forțe despre care vom vorbi mai jos.

După al Doilea Război Mondial, fizicienii care se ocupau de particule au continuat munca de accelerare a atomilor și a particulelor în acceleratoare de particule tot mai puternice. Aceste acceleratoare pot sparge atomii în particule subatomice, ceea ce reprezintă un fel de răsturnare a procesului care s-ar fi putut întâmpla imediat după Big Bang. Imediat după Big Bang, când a început răcirea, elementele constitutive ale materiei trebuie să fi început să se formeze. De la particule s-au făcut atomi și din atomi, elemente, și tot așa, până la planete și la stele.

După cum ne spune ecuația lui Einstein, $E=mc^2$, la viteze mai mari, apropiate de viteza luminii, în accelerator aproape toată masa este convertită în energie. Fizicienii au descoperit că aceste particule foarte, foarte rapide fac câteva lucruri fascinante. Electronul iese neschimbat din accelerator și nu este compus din altceva. El aparține familiei de particule-forță – leptonii. S-a dovedit că protonii și neutronii sunt alcătuiți din particule și mai mici, numite quarkuri. Acestea sunt de mai multe feluri; fiecare are o încărcătură. Când se combină câte trei, fac un proton sau un neutron.

Există patru forțe de bază în univers. A înțelege cum relaționează între ele a fost subiectul uneia dintre marile căutări a secolului XX. Gravitația este cea mai slabă dintre ele, dar acționează la o distanță infinită. Deși nu este încă pe de-a-ntregul înțeleasă, este analizată în mod oficial de la mărunții lui Newton încoace. Electromagnetismul este implicat în multe aspecte ale naturii. El ține electronii pe orbita lor în atom și, în calitate de lumină, ne aduce zilnic vestea că Soarele încă strălucește. Și în atom există forțe nucleare puternice și slabe. Acestea două țin laolaltă particulele în interiorul nucleului atomului.

Lăsând la o parte gravitația, celelalte particule lucrează prin schimb de particule speciale – purtătoare de forță – numite bosoni. Aici sunt incluși fotonii, cuantele de lumină ale lui Einstein, care sunt ceea ce sunt bosonii pentru electromagnetism. Da, poate cel mai faimos boson este bosonul lipsă: bosonul Higgs. Fizicienii care se ocupă de particule îl caută încă din anii 1960. Despre acest boson se crede că ar crea masă în celelalte particule. Găsirea lui ar ajuta la explicarea felului în care particulele și-au dobândit masa imediat după Big Bang. În cel mai mare accelerator de particule din lume, Marele Accelerator de Hadroni (LHC) de lângă Geneva, în Elveția, oamenii de știință au avut impresia că l-au surprins cu instrumentele lor în 2012. LHC a fost construit între 1998 și 2008 de Organizația Europeană

pentru Cercetare Nucleară (CERN). CERN însăși a fost înființată în 1954. Era o structură de cooperare la nivel european, o rezultată a costurilor imense ale cercetărilor din fizică, a nevoii de mai mulți oameni de știință, tehnicieni și informaticieni care să efectueze și să interpreteze aceste experimente realizate la limitele extreme ale materiei și energiei.

Bosonul Higgs ar fi o extrem de utilă (dar nu finală) parte a puzzle-ului cunoscut sub numele de Modelul Standard, care dă socoteală pentru orice, mai puțin pentru gravitație. Un Model Standard confirmat s-ar apropia foarte mult de o „Teorie a întregului“, posibil via teoria corzilor, o abordare a analizei tuturor acestor forțe și particule. Teoria corzilor este bazată pe presupunerea că aceste forțe fundamentale ale naturii pot fi abordate ca și cum ar fi corzi vibrânde unidimensionale. Folosește matematici foarte complicate. Această cercetare este încă în curs.

O mare parte din această fizică a particulelor la nivel micro este dificil de asociat cu lumea în care trăim. Dar oamenii de știință găsesc tot mai multe utilizări pentru energia nucleară, televiziune, computere, calculatoare cuantice și echipament medical. Dincolo de aceste utilizări importante pentru viața noastră cotidiană, mai sunt multe de aflat, dat fiind că abia i s-a găsit un loc ideii de Big Bang în ceea ce poate fi văzut și ceea ce nu poate fi văzut în spațiul îndepărtat.

În anii 1920, fizicianul rus Aleksandr Fridman (1888–1925) a fost unul dintre cei care au asimilat rapid teoria generală a relativității a lui Einstein în propria înțelegere matematică a universului. Ecuațiile Fridman furnizează reguli pentru un univers în expansiune. De asemenea, Fridman se întreabă și cât contează că noi ne uităm la stele de pe Pământ. E un loc special pentru noi, dar acesta ne oferă o poziție specială din care putem vedea universul? El spune că nu, nu contează. Pur și simplu s-a întâmplat să fim aici. Lucrurile nu ar fi arătat diferit dacă am fi fost pe altă planetă, la ani-lumină distanță. Aceasta e „constanta cosmologică a lui Fridman“. Ea ne oferă o altă idee importantă: aceea că materia este uniform distribuită în univers. Există, desigur, și variații locale; de pildă, Pământul e mult mai dens decât atmosfera care îl înconjoară. Dar, distribuit în tot spațiul, principiul se dovedește a fi adevărat. Astăzi, multe dintre explorările cosmologilor se bazează pe modelele lui Friedman. Ei trebuie să găsească răspunsuri și pentru alte lucruri misterioase, cum ar fi găurile negre și materia neagră.

Doi membri ai Societății Regale au discutat ideea de „stea neagră” în secolul al XVIII-lea. Descrierea echivalentului modern al acesteia, „gaura neagră”, este munca unui geniu al matematicii, Roger Penrose (n. 1931) și a unui scriitor fizician teoretician, Stephen Hawking (1942–2018). Până în momentul pensionării, Hawking a ocupat fosta catedră a lui Isaac Newton, ca profesor lucasian de matematică la Cambridge. Împreună, au explicat de ce găurile negre sunt ușor de imaginat, dar imposibil de văzut, desigur. Asta pentru că ele sunt provocate de zone din spațiu unde se scufundă treptat stelele care mor. Pe măsură ce materia rămasă devine tot mai densă, mai strânsă, forțele gravitaționale devin atât de puternice, încât fotonii de lumină sunt prinși înăuntru și nu pot ieși.

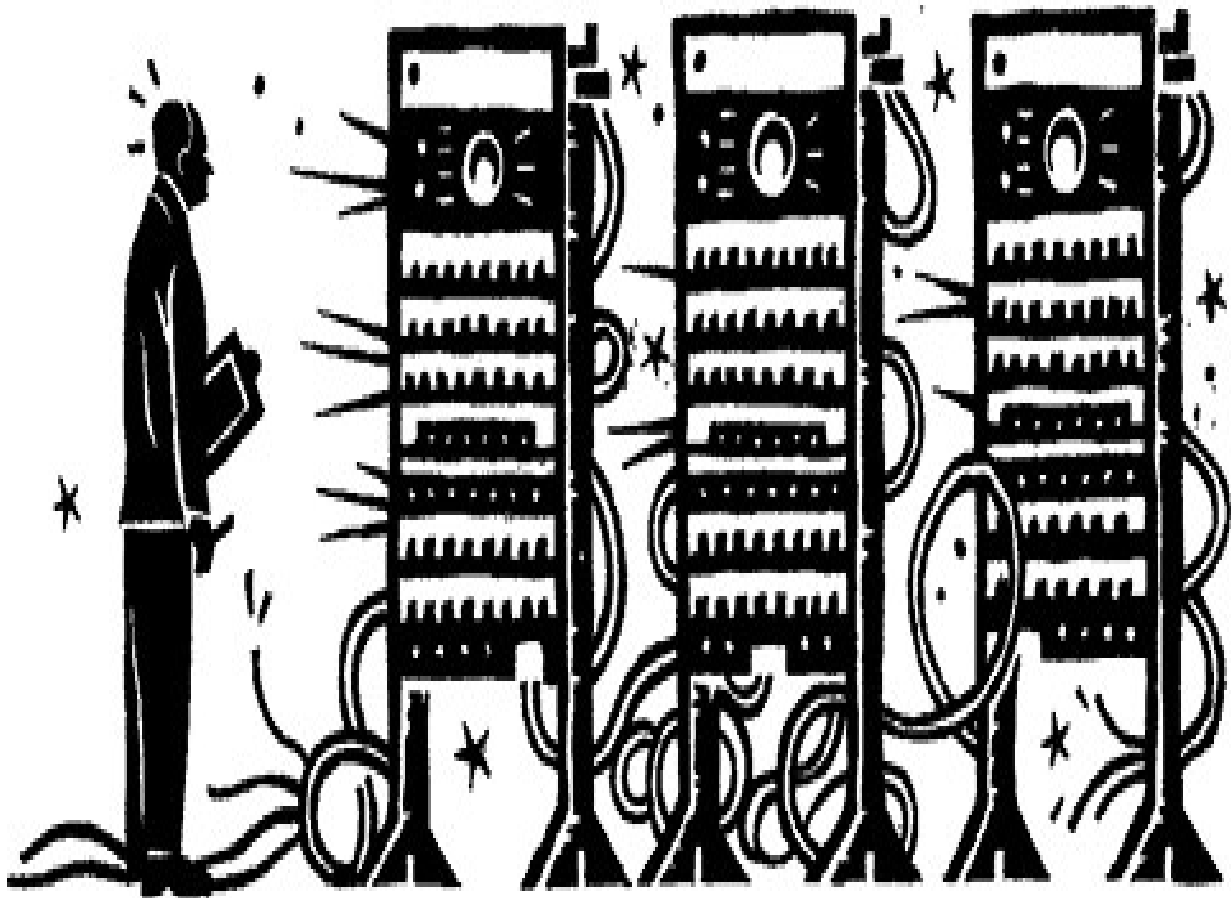
Există și găuri negre supermasive. În 2008, super-gaura neagră a Căii Lactee – Sagittarius A* – a fost confirmată, după o vânătoare de 16 ani cu telescoapele, în Chile. Astronomii conduși de germanul Reinhard Genzel (n. 1952) au urmărit tiparele stelelor care orbitează gaura neagră din centrul galaxiei. Au folosit măsurători cu lumină infraroșie, pentru că între gaura neagră și noi este enorm de mult praf stelar, precum și o distanță de 27 000 de ani-lumină.

Aceste găuri negre supermasive ar putea juca un rol în formarea galaxiilor și ar putea implica o altă parte a spațiului pe care noi nu o putem vedea: materia neagră. Se crede că materia neagră poate explica o mult mai mare parte a universului – 80% din univers este făcut din această materie – decât cele 4% de stele vizibile și planete, împreună cu gazul și praful cosmic. Materia neagră a fost adusă în discuție prima dată în anii 1930, încercându-se să se explice cu ajutorul ei de ce părți mari din univers nu se comportă așa cum se prognozase. Oamenii de știință au sesizat că apare o nepotrivire între masa părților vizibile și efectele lor gravitaționale: ceva lipsea. În anii 1970, astronomul Vera Rubin (1928–2016) a cartografiat cât de repede se mișcă stelele de la marginile galaxiilor. Călătoreau mai repede decât ar fi trebuit. În mod tradițional, se considera că, cu cât se aflau mai departe de centrul galaxiei, cu atât mai lent ar fi trebuit să orbiteze. Materia neagră ar putea furniza gravitația suplimentară necesară pentru a crește viteza stelelor. Așadar a fost furnizată dovada indirectă a existenței materiei negre, dovadă care a fost general acceptată. Dar ce este efectiv materia neagră rămâne un mister, încă o taină care urmează să fie dezvăluită sau respinsă în viitor.

Cosmologia modernă s-a născut din teoriile lui Einstein, din mii și mii de observații, din analizele computerizate ale datelor și din ideea lui Gamow de Big Bang. Ca multe alte teorii bune ale științei, Big Bang s-a schimbat de pe vremea lui Gamow. La drept vorbind, vreme de două decenii după ce a fost formulată prima dată în 1948, fizicienii nu s-au mai ocupat prea mult de originea universului. Big Bang a intrat în concurență cu un alt model al universului, numit al „stării staționare“, asociat cu astronomul Fred Hoyle (1915–2001). Modelul lui Hoyle s-a bucurat de ceva susținere în anii 1950. El propunea un univers infinit, în continuă creare de materie nouă. În acest model, universul nu are nici început, nici sfârșit. Dar această stare staționară ridică atâtea probleme și dificultăți încât ideea a avut o viață științifică foarte scurtă.

Fizicienii au astăzi noi informații despre particulele cu viață scurtă și despre forțe, obținute din acceleratoarele de particule. Au observații despre ceea ce se află dincolo de spațiul care poate fi perceput. Au fost capabili să își rafineze ideile despre Big Bang. Există în continuare multe neînțelegeri în legătură cu diverse detalii, unele chiar legate de câteva principii fundamentale; dar acestea nu sunt situații neobișnuite în știință. Modelul Big Bang poate conferi sens celor care pot fi măsurate astăzi, inclusiv deplasărilor spre roșu ale stelelor îndepărtate, fundalului radiației cosmice și forțelor atomice fundamentale. Poate include găurile negre și materia neagră. Ceea ce modelul nu face este să spună de ce s-a petrecut Big Bangul. Dar, din nou, știința se ocupă de „cum“, nu de „de ce“. Ca în toate ramurile științei, unii fizicieni și cosmologi au convingeri religioase, iar alții, nu. Așa stau lucrurile și așa și trebuie să fie. Cea mai bună știință se face într-o atmosferă de toleranță.

Capitolul 40. Știința în epoca digitală



Data viitoare când veți deschide calculatorul, probabil nu veți „calcula“. S-ar putea să căutați ceva, să trimiteți un e-mail prietenilor, să verificați scorul ultimului meci de fotbal. Dar calculatoarele au fost inițial mașini destinate

socotitului – calculatului – lucru pe care îl puteau face mai repede și mai corect decât creierul uman.

Ne gândim la calculatoare ca la o tehnologie revoluționară, dar ideea de calculator este foarte veche. În secolul al XIX-lea, un matematician britanic, Charles Babbage (1792–1871) și-a imaginat o mașină de calcul care să poată fi programată să facă tot felul de lucruri. De pildă, o putea programa să numere până la 1 000 000, iar când ajungea acolo, să sară direct la 1 000 002. Oricine ar fi urmărit-o cu răbdare cum număra până la 1 000 000, ar fi fost surprins de numărul lipsă. Ideea lui Babbage era că mașinăria lui putea face lucruri la care nu ne-am aștepta în cursul firesc al naturii.

Spre sfârșitul anilor 1800, matematicianul american Herman Hollerith (1860–1929) a inventat o mașină electrică ce folosea cartele perforate pentru a analiza o cantitate mare de date. Dacă acele cartele erau perforate corect și introduse în mașină, aceasta le putea „citi” și putea procesa informațiile. Mașina Hollerith era foarte utilă în analizarea informațiilor pe care oamenii le scriau în formularele de recensământ, care erau adunate pentru a ajuta oficialitățile să afle mai multe despre populație. Putea calcula foarte repede date de bază, cum ar fi care erau câștigurile oamenilor, câte persoane locuiau în fiecare gospodărie, vârsta și sexul acestora. Cartelele perforate au rămas principala modalitate de funcționare a calculatoarelor până la al Doilea Război Mondial.

În timpul războiului, calculatoarele acestea au fost folosite în scopuri militare. Ele puteau calcula cât de departe puteau ajunge proiectilele și au slujit unui scop mai sofisticat, anume în încercările secrete de a decifra mesajele inamicului. Germanii, britanicii și americanii au construit cu toții calculatoare care să ajute cu securitatea în perioada războiului. Există aici o minunată ironie: calculatorul modern, care deschide lumea pentru fiecare persoană în parte, a început ca ceva la care aveau acces numai câțiva oameni.

Britanicii și americanii au folosit calculatoare să analizeze mesajele criptate ale germanilor. În centrul eforturilor britanice de a sparge codurile germane s-a aflat un conac vechi, numit Bletchley Park, situat în Buckinghamshire. Germanii foloseau două mașini de codat, Enigma și Lorenz. Codurile erau schimbate în fiecare zi, ceea ce necesita o mare adaptabilitate din partea

mașinilor de decodificare. Britanicii au construit două astfel de aparate, Bombe și Colossus. Erau nume potrivite, pentru că aceste computere erau niște mașini enorme, care ocupau o cameră întreagă și consumau enorm de multă energie electrică. Ele foloseau o serie de tuburi de vacuum pentru a comuta semnalele electrice. Aceste tuburi generau foarte multă căldură și se defectau constant. Culoare largi separau șirurile de tuburi pentru ca tehnicienii să poată înlocui repede filamentele arse. În zilele acelea, „devirusarea” nu însemna rularea unui software, însemna literalmente a pune mâna și a scoate insectele – muște sau molii – care intrau în tubul fierbinte de sticlă și scurtcircuitau sistemul. Criptografii au scurtat durata războiului și, fără îndoială, i-au ajutat pe Aliați să câștige.

La Bletchley Park a lucrat și un matematician remarcabil: Alan Turing (1912–1954). El a urmat cursurile fostului meu colegiu de la Cambridge, King’s College, unde geniul său a fost recunoscut încă din studenție, din anii 1930. A publicat numeroase articole despre matematicile computerizate, iar activitatea lui la Bletchley Park a fost excepțională. După război a continuat să își facă cunoscute ideile. Avea propuneri geniale despre relația dintre modul de funcționare al calculatoarelor și modul de funcționare al creierului uman; despre „inteligența artificială” (IA); și chiar despre dezvoltarea unui aparat care să poată juca șah. Marii maeștrii ai șahului câștigă și astăzi – de cele mai multe ori – împotriva calculatoarelor, dar aparatele devin tot mai bune cu fiecare mișcare. Turing a dezvoltat un prim calculator electronic, botezat ACE, în Laboratorul Național de Fizică, în Teddington, Londra. Avea o capacitate de calcul mult mai mare. Dar viața sa a avut un sfârșit tragic. Era gay într-o perioadă în care homosexualitatea era ilegală în Anglia. Arestat de poliție, a fost forțat să urmeze un tratament cu hormoni sexuali ca să se „vindece” de această orientare. Este cert că s-a sinucis mâncând un măr injectat cu stricnină. Viața și moartea sa sunt o aducere aminte că oamenii de știință de geniu pot aparține oricărei rase, oricărui gen, oricărei religii sau preferințe sexuale.

Mașinile enorme făcute în timpul războiului erau valoroase, dar din păcate limitate de acele siguranțe care se supraîncălzeau. Lor le-a urmat o invenție care a schimbat calculatorul, dar și multe altele: tranzistorul. Dezvoltat de pe la sfârșitul lui 1947 de John Bardeen (1908–1991), Walter Brattain (1903–1987) și William Shockley (1910–1989), acest dispozitiv electronic poate amplifica și comuta semnalele electrice. Tranzistorii erau mult mai mici

decât tuburile de vacuum și generau mult mai puțină căldură. S-au construit tot felul de aparate electronice, cum ar fi radiourile cu tranzistori, mult mai mici și mai eficiente. Cei trei bărbați au fost răsplătiți cu Premiul Nobel pentru Fizică pentru activitatea lor, iar mai târziu Bardeen îl va câștiga și pe al doilea pentru cercetarea lui despre „semiconductori“, materialul care face posibili tranzistorii și circuitele moderne.

Militarii au continuat să dezvolte calculatoarele și în timpul Războiului Rece, între 1945 și 1991. Cele două mari superputeri, SUA și URSS, nu aveau încredere una în cealaltă, cu toate că în timpul celui de-al Doilea Război Mondial fuseseră aliate. Calculatoarele erau folosite pentru a se analiza datele culese de fiecare țară despre activitățile celeilalte. Dar aceste calculatoare tot mai puternice procesatoare de numere le erau de mare ajutor și oamenilor de știință. Începând cu anii 1960, fizicienii au găsit cele mai bune întrebuințări pentru aceste aparate. Acceleratoarele de particule generau atât de multe date încât ar fi fost imposibil ca o armată de oameni înarmați cu pixuri și hârtie să le pună în ordine.

Tot mai mult, specialiștii în calculatoare au devenit membri cu drepturi depline în echipele științifice, iar bugetele de cercetare includeau salariile și echipamentele lor. Așadar era cât se poate de firesc ca o echipă să poată comunica cu alta nu numai de la om la om, ci și de la calculator la calculator. La urma urmelor, telefonul era în viața oamenilor de mai bine de un veac, iar trimiterea de mesaje prin telegraf era și mai veche. Apoi la începutul anilor 1960 a fost inventată „comutarea de pachete“. Mesajele digitale puteau fi sparte în unități mai mici, fiecare unitate putea călători pe cea mai ușoară cale, reasamblându-se toate când ajungeau la destinație: ecranul de destinație al calculatorului. Când vorbim de pe o linie fixă, suntem în „timp real“ și nu ne poate suna nimeni altcineva. Dar putem trimite și primi un mesaj de pe un calculator – un e-mail sau o postare pe un site web – iar acesta va fi disponibil oricând va dori cineva să-l citească.

Comutarea de pachete a fost dezvoltată simultan în SUA și Marea Britanie. Ca element care ține de securitatea națională, le permitea militarilor sau liderilor politici să comunice între ei, urmând să funcționeze chiar dacă o parte din facilitățile de comunicații ar fi fost distruse. Comutarea de pachete ușura foarte mult conectarea grupurilor de calculatoare: introducerea lor în rețea. Din nou, primele grupuri nonmilitare care au intrat în rețea au fost cele

ale oamenilor de știință. Știința modernă a avut și are foarte multe beneficii de pe urma colaborării. Comunitățile academice au fost printre principalii beneficiari ai calculatoarelor mai mici și mai rapide din anii 1960. Acestea erau foarte mari, lente și scumpe comparativ cu ceea ce folosim noi astăzi. Dar veți fi ușurați să aflați că se puteau juca jocuri pe calculator chiar și atunci, așa că distracția a început timpuriu. Ritmul de schimbare a calculatoarelor s-a accelerat în anii 1970. Calculatoarele – sau microcalculatoarele, cum erau numite – cu ecran și tastatură au devenit suficient de mici pentru a încăpea pe un birou. Pe măsură ce cipul microprocesorului pe care-l conțineau a devenit mai puternic, a început revoluția calculatoarelor personale. O mare parte din cercetare s-a făcut în Silicon Valley, California, în SUA.

Calculatoarele continuă să schimbe felul în care comunitățile academice lucrează și comunică între ele. Una dintre cele mai mari echipe de fizicieni din lume lucrează la CERN (Organizația Europeană de Cercetare Nucleară), care adăpostește Marele Accelerator de Hadroni, cel mai rapid accelerator de particule din lume (Capitolul 39). Specialiștii în calculatoare de la CERN au dus munca în rețea și analiza datelor pe noi culmi în anii 1980–1990. Unul dintre experți a fost Tim Berners-Lee (n. 1955). Berners-Lee a fost dintotdeauna fascinat de calculatoare. A crescut cu ele, părinții fiind amândoi pionieri în domeniu. Berners-Lee a studiat fizica la Oxford, apoi s-a dus să lucreze la CERN. În 1989 a cerut mai multe fonduri pentru cercetarea „Managementului informației”. Șefii de la CERN i-au dat ceva, dar el a insistat cu ideea lui de a face disponibilă pe internet o cantitate tot mai mare de informație, ușor de accesat de toți cei care aveau o linie telefonică și un calculator. Împreună cu colegul său Robert Cailliau (n. 1947) au inventat World Wide Web. La început a fost folosit numai la CERN și în unul sau două laboratoare de fizică. Apoi, în 1993, a devenit public. Momentul a coincis cu creșterea masivă a numărului calculatoarelor personale, nu numai la serviciu, dar și acasă. Oamenii care au condus revoluția calculatoarelor personale, precum Bill Gates (n. 1955) cu Microsoft sau Steve Jobs (1955–2011) cu Apple sunt eroii științei moderne (și foarte bogați). Așadar se pare că 1955 a fost un an bun pentru calculatoare: atunci s-au născut Berners-Lee, Gates și Jobs.

Viteza de dezvoltare a calculatorului începând cu anii 1970 coincide cu inventarea de noi metode pentru secvențierea genomului. Nu întâmplător

cele două evenimente s-au petrecut în același timp. Știința modernă este de neimaginat fără calculatorul modern. Multe probleme științifice fundamentale, de la realizarea de noi medicamente la modelele de schimbare climatică depind de aceste aparate. Acasă le folosim pentru teme, pentru rezervarea biletelor de călătorie, pentru jocuri. Sisteme computerizate integrate pilotează avioanele, ajută imagistica medicală, ne spală hainele. La fel ca știința modernă, viața modernă se bazează pe calculatoare.

Nu ar trebui să ne surprindă. Unul dintre lucrurile pe care am încercat să le evidențiez în mica mea carte este că, în orice moment al istoriei ne-am afla, știința a fost întotdeauna produsul acelui moment special. Momentul lui Hipocrate a fost diferit de acela al lui Galileo sau al lui Lavoisier. Se îmbrăcau, mâncau și gândeau ca toți ceilalți oameni din vremea lor. Dar oamenii prezentați în această carte au avut o gândire mai pătrunzătoare decât majoritatea contemporanilor lor și au fost capabili să își comunice ideile. Din acest motiv merită să ne amintim de ceea ce au gândit și au scris.

Dar știința zilelor noastre este mai puternică decât oricând altcândva. Calculatoarele sunt bune pentru infractori și pentru hackeri, dar și pentru studenți și oameni de știință. Se poate abuza de știință și de tehnologie la fel de ușor cum pot fi folosite pentru binele comun. Avem nevoie de oameni de știință buni, dar avem nevoie și de buni cetățeni care să se asigure că știința noastră va face lumea un loc mai bun, în care să trăim cu toții.

Table of Contents

[Cover Page](#)

[Mica istorie a stiintei -- William Bynum](#)

[Capitolul 1. La începuturi](#)

[Capitolul 2. Ace și numere](#)

[Capitolul 3. Atomi și Vid](#)

[Capitolul 4. Părintele medicinei: Hipocrate](#)

[Capitolul 5. „Magistrul celor care știu”: Aristotel](#)

[Capitolul 6. Doctorul împăratului: Galen](#)

[Capitolul 7. Știința în Islam](#)

[Capitolul 8. Ieșirea din întuneric](#)

[Capitolul 9. În căutarea pietrei filosofale](#)

[Capitolul 10. Dezvăluirea corpului uman](#)

[Capitolul 11. Unde este centrul universului?](#)

[Capitolul 12. Turnuri înclinate și telescoape: Galileo](#)

[Capitolul 13. De jur împrejur: Harvey](#)

[Capitolul 14. Cunoașterea înseamnă putere: Bacon și Descartes](#)

[Capitolul 15. „Noua chimie“](#)

[Capitolul 16. Tot ce urcă...: Newton](#)

[Capitolul 17. Scânteii luminoase](#)

[Capitolul 18. Universul mecanic](#)

[Capitolul 19. Ordonând lumea](#)

[Capitolul 20. Aere și gaze](#)

[Capitolul 21. Mici bucăți de materie](#)

[Capitolul 22. Forțe, câmpuri și magnetism](#)

[Capitolul 23. Dezgropând dinozauri](#)

[Capitolul 24. Istoria planetei noastre](#)

[Capitolul 25. Cel mai grandios spectacol de pe Pământ](#)

[Capitolul 26. Micile blocuri de viață](#)

[Capitolul 27. Tuse, strănut și boală](#)

[Capitolul 28. Motoare și energie](#)

[Capitolul 29. Aranjând elementele în tabel](#)

[Capitolul 30. Despre atom](#)

[Capitolul 31. Radioactivitate](#)

[Capitolul 32. Cel care schimbă regulile jocului: Einstein](#)

[Capitolul 33. Continente în mișcare](#)

[Capitolul 34. Ce moștenim?](#)

[Capitolul 35. De unde venim?](#)

[Capitolul 36. Medicamente-minune](#)

[Capitolul 37. Elemente constitutive](#)

[Capitolul 38. Citind „Cartea Vieții”: Proiectul Genomului Uman](#)

[Capitolul 39. Big Bang](#)

[Capitolul 40. Știința în epoca digitală](#)